

MASTER EN SCIENCES ET TECHNOLOGIES

Mention : BIODIVERSITÉ TROPICALE

Spécialité : Écosystèmes naturels et exploités

**EVALUATION DE LA BIOMASSE ET DES STOCKS DE CARBONE
SUR DES PLACETTES FORESTIÈRES EN FORÊTS TROPICALES
HUMIDES DE GUADELOUPE**

Weldenson DORVIL



Directeur (s) de stage : Alain ROUSTEAU

Hervé MAGNIN

Parc National de la Guadeloupe

Habitation Beausoleil

97120 Montéran Saint-Claude

Mémoire soutenu le 28 juin 2010

REMERCIEMENTS

Cette année d'étude m'a été très riche en découverte. Découverte des îles de la Guadeloupe, pays aux multiples facettes, étourdissant de vitalité et qui conserve encore bien des mystères après seulement 10 mois passés à Pointe à Pitre. Découverte des forêts majestueuses, le volcan de la Soufrière, le site le plus prestigieux du Parc Nationale de la Guadeloupe. Découverte enfin de personnalités qui ont marqué cette aventure et que je tiens à remercier ici.

- Je remercie tout d'abord Dieu pour m'avoir accordé la vie et la santé.
- Mes grands remerciements sont également accordés à Hervé MAGNIN de m'avoir donné l'opportunité d'effectuer ce stage.
- Un grand merci au professeur Alain ROUSTEAU, mon tuteur pédagogique à l'UAG de m'avoir consacré du temps en vue de m'aider à la réalisation de ce rapport. Je le remercie également de m'avoir accompagné durant presque tous mes parcours sur le terrain.
- Je remercie également Guy VAN LAERE et Clément LERMYTE qui m'ont apporté une aide précieuse tout au long du stage pour la collecte des données sur le terrain.
- Un grand remerciement à mes parents de m'avoir consacré leur courage pour faire de moi ce que je suis.
- Un grand remerciement au professeur Max LOUIS de m'avoir aidé tout au long du processus de mon inscription à l'UAG.
- Les membres du département de BIOTROP m'ont également apporté une aide précieuse tout au long de ce Master 2. Je remercie particulièrement Monsieur Daniel IMBERT.
- Un grand remerciement également à tous les étudiants de ma promotion de m'avoir bien accueilli à l'UAG.
- Je remercie les membres de l'Agence Universitaire de la Francophonie (AUF) pour m'avoir financé ces études.
- Pour finir, un grand remerciement à Ginette TOUSSAINT, une amie fidèle.

Table des matières

1	INTRODUCTION	4
1.1	<i>Contexte de l'étude.....</i>	4
1.2	<i>Objectifs de l'étude.....</i>	5
2	MATERIELS ET METHODE	6
2.1	<i>Matériels.....</i>	6
2.1.1	La Collecte des données	6
2.1.2	Mesure des arbres sur le terrain	6
2.1.3	Analyse des données.....	7
2.2	<i>Méthode.....</i>	7
2.2.1	Le milieu Physique de la Guadeloupe	7
2.2.2	Description des sites d'étude.....	8
3	Etat de l'art sur le sujet.....	10
3.1	<i>Paysages végétaux et composition floristique de la Guadeloupe.....</i>	10
3.2	<i>Les données dendrométriques utilisées pour cette étude.....</i>	12
3.2.1	Les placettes permanentes	12
3.3	<i>Autres inventaires disponibles en Guadeloupe.....</i>	12
3.4	<i>Différentes méthodes d'estimation de la biomasse.....</i>	13
3.4.1	Estimation à partir du volume de bois fort sur écorce (calibrage du paramètre de Brown (1997))	13
3.4.2	Estimation à partir des tables d'inventaires et des modèles allométriques	14
3.5	<i>Les modèles allométriques</i>	15
3.6	<i>Choix de quelques modèles d'équations publiés antérieurement pour cette étude</i>	16
4	RESULTATS.....	18
4.1	<i>Structure du peuplement des placettes d'étude</i>	18
4.1.1	Surface terrière	18
4.1.2	Distribution diamétrique.....	19
4.1.3	Densité.....	19
4.2	<i>Comparaison des modèles d'équation allométrique et choix.....</i>	20
4.3	<i>Estimation de la biomasse totale sur les placettes forestières inventoriées.</i>	21
4.4	<i>Biomasse aérienne et classe de DBH pour les arbres.....</i>	22
4.5	<i>Conclusion sur l'estimation de l'AGB.....</i>	23

4.6	<i>Etudes des corrélations pour l'ensemble des parcelles</i>	24
4.6.1	Corrélation entre l'AGB et la surface terrière.....	24
4.6.2	Corrélation entre l'AGB et la densité.....	25
4.6.3	Corrélation entre la densité et la surface terrière.....	25
4.7	<i>Analyse des données</i>	27
4.7.1	Agencement et applicabilité d'un modèle pouvant être utilisé pour l'estimation de L'AGB dans les 43 autres placettes inventoriées par Rollet et al. (1985-1986).....	27
4.8	<i>Marges d'erreur relative à la densité moyenne de chaque parcelle</i>	29
4.9	<i>Estimation du stock de carbone dans les placettes forestières inventoriées</i>	30
5	DISCUSSION	31
5.1	<i>Structure du peuplement</i>	31
5.1.1	La densité.....	31
5.1.2	La surface terrière.....	31
5.1.3	Distribution Diamétrique.....	31
5.2	<i>Biomasse totale</i>	32
6	CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	34
6.1	<i>Conclusion</i>	34
6.2	<i>Recommandations</i>	35
7	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	36

1 INTRODUCTION

1.1 Contexte de l'étude

Les forêts tropicales, réparties sur une superficie de 13,76 millions de km², représentent 60% des forêts (FAO 1988, 2005) et jouent un rôle clé dans le cycle mondial du carbone (C) tant au niveau des flux de C que du volume de C stocké.

Il est bien établi que le climat mondial se modifie de jour en jour en raison de la variabilité naturelle et des causes anthropiques. Ce constat nous amène à comprendre les modifications de la composition de l'atmosphère, les cycles hydrologiques, les apports solaires ainsi que les modifications du cycle biogéochimique du carbone, sachant qu'un hectare de forêt peut séquestrer jusqu'à 2 à 5 tonnes de carbone par an (Negi et al. 2003).

Le changement global affecte la composition de l'atmosphère, l'utilisation des terres, et plus précisément le climat (Mooney et al. 1999). La dégradation de l'environnement en terme de gaz à effet de serre, l'émission du dioxyde de carbone, l'amincissement de la couche d'ozone, la dégradation des terres, la rareté de l'eau, la déforestation et d'autres calamités sont considérés comme une menace pour le bien être de la population (Anon 2001, Alamgir et al. 2008). Le CO₂ est un gaz qui permet à la terre de bénéficier d'un effet de serre naturel indispensable à la vie, puisqu'il maintient la température moyenne terrestre à 15°C au lieu de -18°C. Par ailleurs, l'augmentation de sa concentration a une influence directe sur l'efficacité de cet effet de serre et induit le réchauffement de la planète.

Dans le contexte actuel, l'augmentation des émissions de carbone est l'une des principales préoccupations d'aujourd'hui qui a été traitée au Protocole de Kyoto (Ravindranath et al. 1997) parce qu'elle est le principal facteur responsable du réchauffement climatique (Lal, 2001). Ce protocole reconnaît que les forêts devraient être le meilleur puit de carbone pour stocker le CO₂ se trouvant dans l'atmosphère (Ross, 2000, Alamgir et al. 2008). Outre cela, Jana et al. (2009) ont signalé que l'augmentation de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère stimule le taux de photosynthèse des arbres et peut occasionner une augmentation des taux de croissance et de production de la biomasse. De plus, la forêt a trois grandes influences sur le changement climatique: elle fournit un puit de carbone qui, lorsqu'il est dégradé, est très sensible à l'évolution du climat ; elle fournit un service environnemental unique en régulant le CO₂ de l'atmosphère et elle offre une alternative aux combustibles fossiles (Alamgir et al., 2008).

L'estimation de la biomasse au-dessus du sol est un aspect essentiel pour les études des stocks de carbone. Lors de cette estimation, l'utilisation d'un modèle d'équation pour chaque espèce semblerait préférable parce que les arbres de différentes espèces sont différents en terme d'architecture et la densité du bois (Ketterings et al., 2001). Toutefois, en raison du grand nombre d'espèces d'arbre dans les forêts tropicales humides, ces équations ne sont pas disponibles. Compte tenu de cette difficulté, on a utilisées la même équation pour toutes les espèces.

Peu d'études ont été réalisées en forêt tropicale humide de Guadeloupe pour mesurer sa potentialité dans le processus de séquestration du carbone, par exemple une étude a été réalisée par Durieu de Madron (2008) dans les forêts de la Guadeloupe, de la Martinique et de la Réunion. Des études approfondies seraient nécessaires dans les forêts tropicales humides de Guadeloupe car si la hausse de la température de l'air se poursuit au rythme actuel, d'ici la fin de l'année 2030, le niveau de la mer devrait s'élever de 20 cm, et à la fin de ce siècle il augmentera d'un mètre.

Dans les peuplements homogènes, la biomasse des arbres est estimée précisément soit par une fonction puissance telle que $H = kD^p$ où D est le diamètre du tronc, H sa hauteur, k et p des constantes, soit par une fonction linéaire du produit D^2H (Chave et al. 2005, soit encore par d'autres relations moins usitées (Ogawa et Kira, 1971) qui peuvent inclure des paramètres tels que le diamètre de la cîme ou l'âge de l'arbre (King, 2005). Un protocole pour l'évaluation de la biomasse forestière basée sur l'utilisation de ces relations allométriques comportera quatre étapes: (1) sur le terrain les mesures des variables d'entrée telles que le diamètre et la hauteur totale des arbres, (2) le choix d'une forme fonctionnelle appropriée au modèle, (3) le choix des valeurs appropriées pour tous les paramètres réglables dans l'équation, et (4) le calcul de la biomasse aérienne de chaque arbre puis la sommation pour obtenir l'estimation globale de la biomasse aérienne du peuplement (AGB).

1.2 Objectifs de l'étude

L'objectif principal du travail est de réaliser et de mettre en œuvre un protocole de mesure de la hauteur des arbres constituant le peuplement et à effectuer une estimation la plus précise possible de la biomasse et des stocks de carbone.

Notre travail consiste également, à comparer les différentes méthodes de calcul de la biomasse et à comparer également les biomasses dans les différents sites d'études.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODE

2.1 Matériels

2.1.1 La Collecte des données

La collecte des données nécessite :

- un mètre ruban pour la mesure de la circonférence des essences ;
- un télémètre laser utilisé à la place du clinomètre pour les mesures de distances afin d'obtenir par la suite la hauteur totale des arbres.
- un pied à coulisse pour les mesures de diamètre des petits arbres ;
- des formulaires préparés sur Excel pour enregistrer les données sur le terrain.

L'étude a été réalisée sur une période de six mois allant de janvier à juin 2010. Ainsi, en 2008, des inventaires ont été réalisés dans cinq parcelles d'étude ayant chacune une superficie de 1 ha (100 m x 100 m) délimitées dans des zones non perturbées du massif forestier de la Basse-Terre. Des grilles de 20 m × 20 m ont été matérialisées sur les parcelles à l'aide de ficelle et de piquets. Tous les arbres dont leur diamètre à hauteur de poitrine (DHP) dépasse 10 cm ont été marqués dans chacune des sous parcelles. L'identification des espèces a été faite à l'œil nu en observant les feuilles et parfois l'écorce par A. ROUSTEAU. Pour celles qu'on n'a pu identifier avec certitude, des échantillons d'herbier ont été récoltés de façon à vérifier les identifications incertaines au laboratoire. Les petits arbres ayant un DHP inférieur à 10 cm ont été mesurés sur chacune des sous placettes faisant l'objet de nos inventaires. Sur l'ensemble des cinq sites 1014 arbres ont été mesurés, y compris les petits. Seulement 32 individus n'ont pas été identifiés.

2.1.2 Mesure des arbres sur le terrain

Notre étude repose sur la réalisation et la mise en œuvre d'un protocole de mesure de la hauteur des arbres en vue de calculer la biomasse en forêt tropicale humide de Guadeloupe. Les mesures sur le terrain ont été réalisées ainsi : la circonférence est mesurée avec un ruban de couturière et la hauteur des arbres a été enregistrée avec un télémètre laser. Dans le cas où il y a des contreforts ou des racines échasses, la circonférence a été mesurée au dessus d'eux en fonction des recommandations pour la mesure du diamètre de l'arbre données par Clark et al. (2001b).

Sachant que la hauteur de l'arbre est obtenue par télémétrie au laser en visant la plus haute feuille du houppier, pour l'obtenir, trois modèles de calculs trigonométriques ont été utilisés :

Tableau I: Présentation des formules trigonométriques pour calculer la hauteur des arbres

Equation	Règle trigonométrique appliquée	Paramètres utilisés
1	$H = d_{\text{cime}} + 2.1$	d_{cime}
2	$H = ((d_{\text{cime}} + 0.8) * \sin(\arccos(d_{\text{cime}} / d_{\text{horizontale}}) + 0.8)) + 1.3$	$d_{\text{cime}}, d_{\text{horizontale}}$
3	$H = ((d_{\text{cime}} + 0.8) * \sin(\arccos(d_{\text{cime}} / d_{\text{horizontale}}) + 0.8)) + ((d_{\text{collet}} + 0.8) * \sin(\arccos(d_{\text{horizontale}} / d_{\text{collet}}) + 0.8))$	$d_{\text{cime}}, d_{\text{horizontale}}, d_{\text{collet}}$

Avec : d_{cime} : la distance à la cime ; $d_{\text{horizontale}}$: la distance horizontale au tronc ; d_{collet} : la distance à la base de l'arbre. Les valeurs de 0.8 m et de 1,3 m représentent respectivement la longueur du bras de l'observateur est sa taille jusqu'à la poitrine.

2.1.3 Analyse des données

Pour analyser les données recueillies sur le terrain, deux logiciels ont été utilisés : le logiciel « R » et le logiciel « Excel ».

Le logiciel « R » possède de nombreuses fonctions qui sont très utiles pour faire des analyses statistiques, non disponibles en Excel. Ce tableur permet de saisir rapidement les données en tableaux, de les afficher en graphiques divers, et d'y appliquer des régressions. Les calculs simples et certains graphiques ont été faits avec ce logiciel. La fonction R a été utilisée pour modéliser des régressions linéaires et des intervalles de confiance autour de ces régressions.

Le logiciel « Excel » permet de faire des calculs simples. Nous avons effectué certain tableau avec ce logiciel.

2.2 Méthode

2.2.1 Le milieu Physique de la Guadeloupe

A 7 000 Km de Paris, la Guadeloupe (Figure 1) est située au coeur de l'Archipel des Petites Antilles, encerclée par la mer des Caraïbes et l'océan Atlantique. Elle a une superficie totale de

170 500 ha (soit 1 705 Km²) et sa température moyenne est de 27°C. Elle est composée de 2 îles principales (la Basse terre et la Grande terre) et de plusieurs autres petites îles dont la plus importante est Marie Galante.

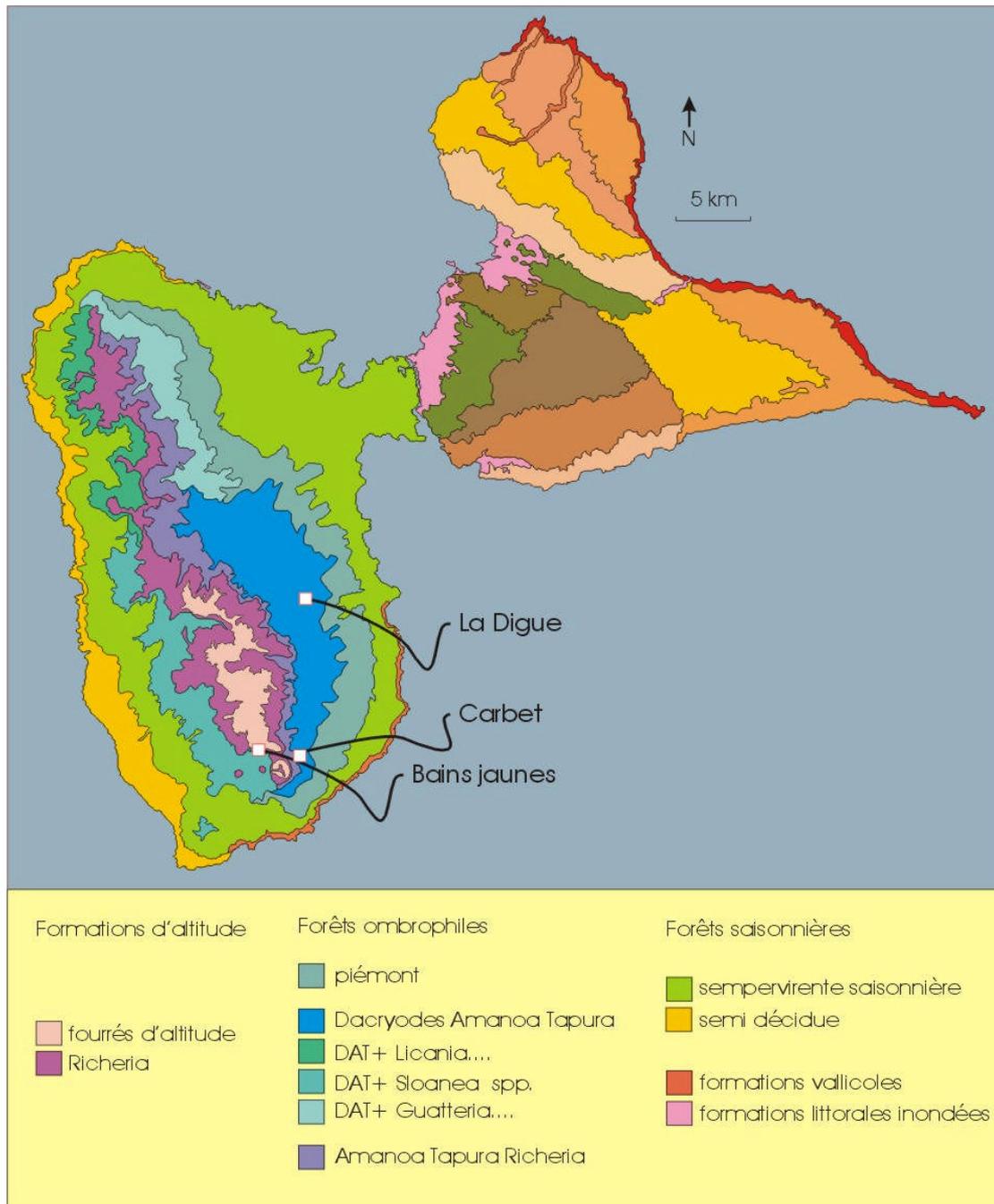


Figure 1 : Carte écologique de la Guadeloupe et de ses types forestiers. Source : Rousteau (1996)

2.2.2 Description des sites d'étude

La forêt dense humide de Guadeloupe, dite ombrophile, couvre une superficie de 36500 hectares, soit 38,7 % de l'île de la Basse-Terre (Portecop, 1981, Patin, 2006). On la trouve

sur les reliefs, à des altitudes variant entre 160 et 910 mètres (Rousteau, 1995). Elle se caractérise par des précipitations annuelles abondantes de 3000 à 6000 mm réparties sur plus de 300 jours, par une humidité supérieure à 75 %, et des températures moyennes variant entre 22 et 27 °C (Portecop, 1981, Ducrey et Labbé, 1985, Rousteau, 1995, Patin, 2006). Elle se trouve sur des sols volcaniques, dont l'âge et l'acidité sont décroissants du Nord au Sud (Anonyme, 1985). La composition des peuplements de la forêt naturelle guadeloupéenne est particulièrement adaptée à un milieu régulièrement soumis à des événements cycloniques récurrents (Whitmore, 1990, Labbé et Meloni, 1993, Imbert et al. 1996, 1998). Elle est encore relativement protégée de l'exploitation en raison de sa difficulté d'accès et de la topographie de l'île. Les espèces dominantes sont *Dacryodes excelsa*, *Amanoa caribaea*, *Tapura latifolia*, et *Richeria grandis* lorsqu'on monte en altitude (Labbé et Meloni, 1993, Rousteau, 1993, 1996, Imbert et al, 1996). Le Tableau II nous indique les caractéristiques des différents sites d'études.

Tableau II : Description des sites d'étude

Sites	Altitude	Coordonnée Géographique	Précipitation	Superficie
Bain jaune	850		7-9.5 m	1 ha
Carbet	606 m	16°N 2' 30.4'' 61°W 38' 18.1''	4.8-7 m	1 ha
Crête	500 m	16°N 10' 38.9 '' 61°W 43' 22.4''	4.8-7 m	1 ha
Corossol	300 m	16°N 10' 19.7'' 61°W 41' 28.8''	4.8-7 m	1 ha
La Digue	450m	16°N 05' 036'' 61°W 37' 629	4.8-7 m	1 ha

3 Etat de l'art sur le sujet

3.1 Paysages végétaux et composition floristique de la Guadeloupe

Le peuplement de Grande-Terre et de Marie Galante est composé de forêt xérophile sur calcaire (appelée aussi forêt saisonnière tropicale sur calcaire). Basse-Terre comporte un gradient allant de la forêt mésophile à la forêt hygrophile jusqu'à des faciès de forêt montagnarde rabougrie. Les faciès peuvent changer très rapidement en fonction de l'altitude. Les surfaces terrières sur terrains riches (sols à allophanes) peuvent atteindre les 100 m²/ha, soit deux fois plus que la norme tropicale. Il en est de même pour la densité des tiges.

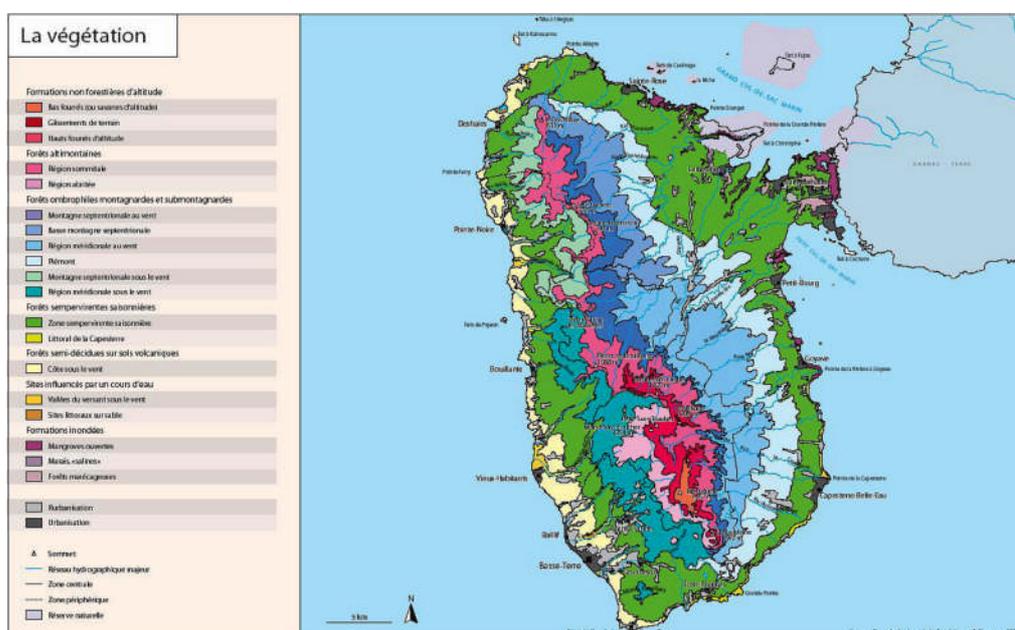


Figure 2 : Carte simplifiée des peuplements de la Basse-Terre. Source Rousteau (1996)

C'est sur la Basse-Terre (Figure 2), avec ses 84 800 ha montagneux et volcaniques, que se trouvent la majorité des 38 200 ha de la forêt publique guadeloupéenne dont 4186 ha ont été plantés en Mahogany grandes feuilles (MGF), sur lesquels seuls 2 900 ha font encore l'objet d'une gestion de production. Le MGF est considéré comme essence principale sur 2235 ha. Les plantations de Mahogany guadeloupéennes sont situées dans des formations forestières mésophiles à méso hygrophiles (Durrieu de Madron, 2008).

Tableau III : Répartition des différentes formations végétales pour la forêt départementalo-domaniale et domaniale de Guadeloupe.

Formations végétales	Proportion en %
Forêt tropicale sèche (xérophile)	4
Forêt tropicale semi humide (mésophile)	8
Forêt dense humide (hygrophile)	52
Les formations d'altitude	4
Forêt plantée (mahogany, espèce naturalisée)	12
La mangrove	21

Sources : Durrieu de Madron (2008)

La forêt de la Guadeloupe est constituée de 52 % de forêt dense humide qui est surtout dominée par les espèces dominantes dont *Dacryodes excelsa*, *Amanoa caribaea*, *Tapura latifolia*, et *Richeria grandis* (Patin, 2006).

La mangrove, précisément, ne fait pas partie de la forêt départementalo-domaniale. C'est une forêt domaniale du domaine public maritime. L'ONF gère environ 38 223 ha (soit 54% de la forêt guadeloupéenne, qui représentent 22 % du territoire) dont la répartition est mentionnée dans le tableau ci-dessous:

Tableau IV : Répartition des différents types de forêt en Guadeloupe

Types de forêt	Superficie en ha
Forêt départementalo-domanial	27 754
Forêt domaniale du littoral	1495
Forêt départementale	1 394
Forêt de Conservatoire du littoral	125
Forêt du domaine public maritime	8 445

Source : Durrieu de Madron , 2008

En 1995, la forêt privée guadeloupéenne couvrait environ 28 000 ha répartis en 20 000 ha sur la Basse-Terre et environ 8 000 ha dispersés en Grande-Terre et à Marie-Galante.

La mangrove s'étend sur 7455 ha (Imbert et al., 1997). La forêt inondable à *Pterocarpus* s'étend sur 2600 ha. Une estimation par grille de points de la proportion des différents faciès de forêt (privée ou publique, sans prendre en compte les cultures) sur Basse Terre, d'après la carte écologique de Rousteau (ci après) a donné les répartitions suivantes :

Tableau V : Proportion du territoire occupé par les différentes unités écologiques de la Basse-Terre distinguées par Rousteau (1996)

Faciès	Proportion en %
Etage altimontain - non forêt	7
Etage altimontain - forêt	20
Forêts submontagnardes et montagnardes	54
Forêts secondarisées montagnardes et submontagnardes	11
Forêts secondarisées sempervirentes saisonnières	7

Source Durrieu de Madron (2008)

3.2 Les données dendrométriques utilisées pour cette étude

Pour réaliser cette étude, des inventaires provenant de dispositifs scientifiques, ponctuels nous ont permis de disposer de données extrêmement précises permettant de valider les méthodes utilisées.

3.2.1 Les placettes permanentes

Les Placettes permanentes d'échantillonnage ont été longtemps utilisées dans les études écologiques pour évaluer la biomasse se tenant dans les écosystèmes forestiers (Olson et al. 1983; Fearnside 1996; Brown 2002 ; Chave et al. 2004). Dans le cadre du projet de recherche visant à étudier la dynamique naturelle de la forêt tropicale humide de Guadeloupe, un réseau de placettes permanentes a été mis sur pied. Ce projet mené en partenariat par l'ONF, le Parc National de la Guadeloupe (PNG) et l'Université des Antilles et de la Guyane (UAG) se sont fixés pour objectif de constituer un réseau de dispositifs permettant d'étudier la dynamique forestière dans toute sa diversité. Ce réseau regroupe 10 placettes de 1 ha (dont cinq ont été faits l'objet de l'étude) réparties sur 10 sites différents situés en majorité en zone de cœur du parc national totalisant 10 ha inventoriés. A ce titre, ce sont des lieux protégés et considérés comme des parcelles de la forêt primaire dense humide recouvrant la Basse-Terre. Ce réseau a été constitué à partir de différents dispositifs installés entre et dont les protocoles expérimentaux ont été harmonisés et les informations standardisées.

3.3 Autres inventaires disponibles en Guadeloupe

Il convient de signaler que d'autres inventaires ont été réalisés dans la forêt humide de Guadeloupe. En effet, il existe: l'inventaire ONF 1974, les placettes de l'INRA situées à

Choisy, Jules, La digue et Sarcelles et l'inventaire réalisé par Rollet, Rousteau et Jeannete (1985-1986) pour l'établissement de la carte écologique des peuplements de la Guadeloupe. Ce dernier comprend 43 placettes de 800 m² (Durrieu de Madron, 2008) établies le long de 4 transects perpendiculaires à la chaîne volcanique de la Basse terre. Le long de chaque transect, une placette était relevée à chaque fois que l'altitude s'élevait de 100 m.

3.4 Différentes méthodes d'estimation de la biomasse

Selon Chave (2006), deux méthodes d'estimation de la biomasse ont été retenues :

3.4.1 Estimation à partir du volume de bois fort sur écorce (calibrage du paramètre de Brown (1997))

Cette méthode permet une conversion du volume commercial sur écorce classiquement calculé par les forestiers, en biomasse épigée totale des arbres (bois et feuilles). Elle est appliquée aux inventaires forestiers réalisés par classes de diamètre incluant toutes essences et utilisant un diamètre de pré-comptage de 10 cm. Elle se base sur la conversion du volume bois fort inventorié sur écorce (VOB) en biomasse totale (AGB), par application de la densité anhydre du bois (WD ou WSD) et d'un coefficient d'expansion (BEF) représentant le rapport entre biomasse totale et biomasse commerciale. Cette formule peut s'appliquer à d'autres types d'inventaires ayant un diamètre de pré-comptage supérieur (jusqu'à 30cm) moyennant l'application d'un facteur correctif (VEF : Volume Expansion Factor) permettant d'extrapoler le volume des classes de diamètre manquantes.

$$AGB = VOB \times WD \times BEF \text{ (x VEF) (BROWN et LUGO, 1992; BROWN, 1997)}$$

WD est aussi appelé WSG (Wood Specific Gravity) lorsqu'on considère les densités sèches propres à chaque espèce.

On utilise également dans les calculs intermédiaires le terme BV (Biomass of inventoried volum en T), correspondant à la biomasse des troncs :

$$BV = VOB * WD \text{ (d'après BROWN, 1997)}$$

Brown et Lugo (1992) proposent une relation allométrique permettant de prédire le BEF à partir de la biomasse inventoriée (BV) :

$$BEF = \exp(3,213 - 0.506 * \ln(BV)) \text{ pour } BV < 190 \text{ T/ha}$$

$$\text{Ou } BEF = 1,74 \text{ pour } BV \geq 190 \text{ T/ha (avec } BV = VOB * WSG)$$

Cette méthode n'a pas été utilisée pour cette étude en raison de manque de données sur certains de ces paramètres susmentionnés.

3.4.2 Estimation à partir des tables d'inventaires et des modèles allométriques

On appelle table d'inventaire la matrice classiquement utilisée en foresterie qui présente le résultat de l'inventaire en nombre de tige par essence et par catégorie de diamètre. Cette méthode, mise au point par CHAVE et al (2005), permet de calculer la biomasse totale arbre par arbre à partir d'un modèle allométrique. Ce modèle peut être employé pour des inventaires précis de type « placettes permanentes » mais aussi à partir de données brutes d'inventaires forestiers à la condition de corriger les données par classe de diamètre en faisant des hypothèses sur la distribution diamétrique continue du peuplement. Dans le cas présent, nous cherchons précisément à estimer la biomasse épigée totale d'un arbre (AGB) à partir d'une ou deux données d'entrée : le diamètre D et la hauteur totale de l'arbre H. La revue la plus exhaustive à l'heure actuelle des modèles applicables aux forêts tropicales et des données disponibles pour paramétrer ces modèles a été réalisée par CHAVE et al. (2005). Jérôme Chave suggère l'utilisation en forêt tropicale humide le modèle « wet forest », qui signifie « forêt pluvieuse » dans le cas où la hauteur totale des arbres est disponible:

$$[1] \quad \langle AGB \rangle_{est} = \exp(-2.557 + 0.940 \ln(\rho D^2 H)) \equiv 0.0776 \times (\rho D^2 H)^{0.940}$$

(CHAVE et al., 2005)

Et l'équation suivante lorsque la hauteur n'est pas disponible :

$$[2] \quad \langle AGB \rangle_{est} = \rho \times \exp(-1.239 + 1.980 \ln(D) + 0.207(\ln(D))^2 - 0.0281(\ln(D))^3)$$

(CHAVE et al., 2005)

Ces deux équations dépendent explicitement de la densité spécifique du bois.

Les valeurs de ρ utilisées pour cette étude ont été obtenues dans un travail de recherche réalisé par DÉTIENNE et JACQUET (in Rollet 2010 à paraître) . Ce document donne pour chaque espèce, deux valeurs de densité de bois mesurées à 12% d'humidité. Si une plage de valeur a été signalée (voir Annexe 1), la valeur médiane a été utilisée (Culmsee et al. 2010). Pour convertir la densité du bois à 12% d'humidité (D_{12}) en densité spécifique du bois séché au four (ρ), Chave et al. (2006) ont élaboré une relation stable à travers un vaste ensemble de données obtenu dans de nombreuses forêts tropicales ($n = 1893$): $\rho = 0.872 \times D_{12}$.

Le Tableau VI fournit des valeurs de la biomasse épigée vivante totale fournies par certaines études réalisées dans les forêts tropicales humides.

Tableau VI : Valeurs de la biomasse épigée vivante rencontrées en forêt tropicale humide

Référence Bibliographique	Région	Biomasse épigée totale (T/ha)
Asner et al. 2009	Hawaii	341.8
Keller et al. 2001	Tapajos	372
Henrique et al. 2002	Amazonie centrale	397.7
Nascimento et al. 2001	Manaus	397.4
Ohler, 1980	Suriname	449,9
Poels, 1987	Suriname	472.1
Puig et al. 1990	Saint-Élie (Guyane)	347.7
Chave et al. 2001	Nouragues (Guyane)	284
Chave et al. 2001	Saint-Élie (Guyane)	309
Baker et al. 2004	Forêt amazonienne	321.9
Fearnside, 1997a	Tapajos	464
Houghton et al. 2000	Tapajos	377

3.5 Les modèles allométriques

De façon générale, il est possible de définir l'allométrie comme étant la différence entre les proportions des différentes parties ou organes d'un organisme en fonction de la taille de cet organisme (Gould, 1966, Bastien, 2008). Un modèle allométrique permet de convertir des mesures facilement disponibles, en quantités difficilement accessibles directement sur le terrain. La plupart des études sur la biomasse emploient des modèles allométriques basés sur la quantification de l'AGB. Malgré la progression des méthodes en raison de l'accessibilité des ordinateurs (Wirth et al. 2004, Pili et al. 2006), il est difficile de développer un modèle allométrique général pour tous les arbres tropicaux. La plupart des modèles ont été développés en utilisant des données provenant de zones équatoriales (Ketterings et al. 2001). Beaucoup d'auteurs ont développé des modèles allométriques reposant sur le DBH, la hauteur totale, et la densité du bois. Ces modèles ont été proposés sur la base d'une, deux ou trois variables indépendantes: 1) le DBH uniquement; 2) le DBH et la densité du bois, et 3) le DBH, la densité du bois et la hauteur totale. Dans cette étude plus d'une vingtaine de modèles d'équation allométrique ont été essayés dont quelques-uns sont mentionnés dans le tableau ci-après.

Tableau VII : Présentation de quelques modèles de régression pour l'estimation de la biomasse des forêts tropicales humides

Modèle	Equation de régression
Chave et al. 2005	$AGB = \exp(-2.557 + 0.940 \ln(\rho D^2 H)) \equiv 0.0776 \times (\rho D^2 H)^{0.940}$
Brown et yverson, 1992	$AGB = 1,276 + 0,034 (D^2 H)$
Brown, 1997	$AGB = \text{Exp}(-2,134 + 2,53 \ln(D))$
Scatena et al.1993	$\text{Ln}(AGB) = -3,282 + 0,95 (\ln(D^2 H))$
Chave et al. 2005b*	$AGB = \rho \times \text{Exp}(-2,977 + \ln(\rho D^2 H))$
Brown et al. 1989	$AGB = 38,4908 - 11,7883 (D) + 1,1926 (D^2)$
Chave et al. 2005	$AGB = \rho \times \exp(-1,499 + 2,148 \ln(D) + 0,207 (\ln(D))^2 - 0,0281 (\ln(D))^3)$
Chambres et al. 2001	$\text{Ln}(AGB) = -0,37 + 0,33 \ln(D) + 0,933 \ln(D^2) - 0,122 \ln(D^3)$
Chave et al. 2004	$AGB = \rho / 0,6 \times (\text{Exp}(-3,742 + 3,450 \ln(D) - 0,148 \ln(D^2)))$
FAO. 3.2.3. (1997)	$AGB = 42,69 - 12,8D + 1,242D^2$
FAO. 3.2.4. (1997)	$\text{Ln}(AGB) = -2,134 + 2,53 \ln(D)$
FAO. 3.2.5. (1997)	$AGB = 21,297 - 6,953D + 0,74D^2$
Chave et al. 2005	$\text{Ln}(AGB) = -2,235 + 0,916 \ln(\rho D^2 H)$ (Forêt sèche)
Chave et al. 2005	$\text{Ln}(AGB) = -2,994 + \ln(\rho D^2 H)$ (Pour tous les types)
Dawkins et al.1961	$AGB = 0,0694 * (\rho D^2 H)$
Tiepolo et al. 2002	$AGB = 21,297 - 6,953 (D) + 0,740 (D^2)$
Ogawa et al. 1965	$AGB = 0,0430 (D^2 H)^{0.950}$

3.6 Choix de quelques modèles d'équations publiés antérieurement pour cette étude

Après avoir essayé plus d'une vingtaine de modèles d'équations allométriques obtenus dans d'autres études, trois ont été choisis. Plus précisément, ce choix a été fait en utilisant une pénalisation sur le nombre de paramètres dont le premier a pour variable indépendante le DBH uniquement ; le deuxième, le DBH et la densité du bois et le troisième modèle, le DBH, la densité du bois et la hauteur totale. Nous avons choisi :

-Le modèle de Brown (1997) :

L'équation allométrique développée par Brown (1997) pour les forêts tropicales humides

est : $\langle TAGB \rangle = \exp(-2.134 + 2.53 \ln(DBH))$

Cette équation, basée uniquement sur des mesures de DBH, a été élaborée à partir des données recueillies par plusieurs auteurs de différents pays tropicaux et à différents moments. Les diamètres utilisés pour établir cette équation variaient de 5 à 148 cm, et le nombre d'arbres échantillonnés était 170.

-Le modèle de Brown et Yverson (1992) est : $\langle TAGB \rangle = 1.276 + 0.034(D^2H)$

Ceci est basé sur la hauteur et le diamètre des arbres.

-Le modèle de Chave et al (2005) est :

$$\langle AGB \rangle_{est} = \exp(-2.557 + 0.940 \ln(\rho D^2 H)) \equiv 0.0776 \times (\rho D^2 H)^{0.940}$$

Pour cette étude, nous allons comparer les résultats de ces trois modèles en vue d'adopter le meilleur pouvant être utilisé pour les peuplements forestiers humides de Guadeloupe.

4 RESULTATS

4.1 Structure du peuplement des placettes d'étude

Ici, trois paramètres (la surface terrière, le diamètre et la densité) auront été étudiés pour définir et comparer la structure forestière de nos cinq parcelles d'étude. Cette comparaison entre les cinq parcelles d'études nous permettra de mieux comprendre l'évolution de ces paramètres.

4.1.1 Surface terrière

La surface terrière varie à partir d'un DBH ≥ 10 cm de 44,97 m²/ha pour la parcelle du Carbet à 71,52 m²/ha pour la parcelle de Bains jaunes (Figure 3). Les autres parcelles telles que celle de la Crête a une surface terrière de 50,7 m²/ha. Celles de Corossol et de La Digue ont respectivement une surface terrière de 57,07 m²/ha et de 68,95 m²/ha.

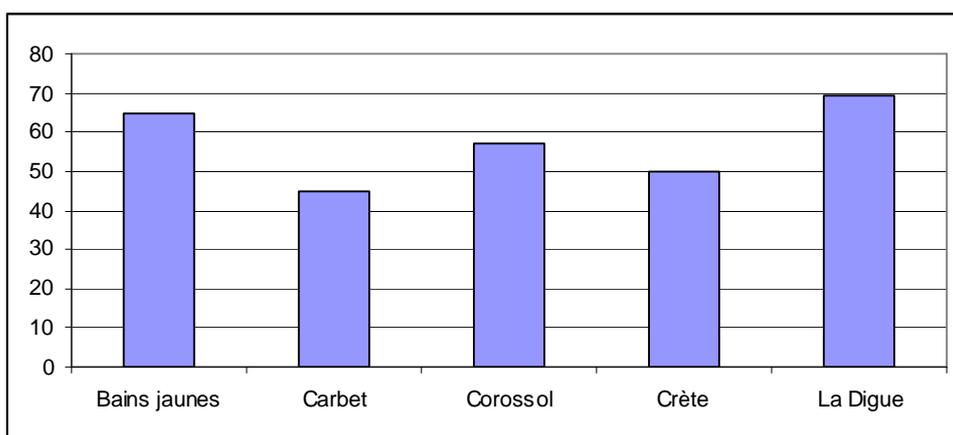


Figure 3 : Surface terrière en m²/ha des parcelles étudiées.

Il faut préciser que dans les parcelles de Bains jaunes, Carbet et Corossol (Figure 4), les tiges de la classe de DBH ≥ 30 cm représentent en moyenne 55 % de la surface terrière. La parcelle de La Digue représente à elle seule pour cette même classe de diamètre 83 % de la surface terrière. Par ailleurs, la parcelle de la crête possède la plus grande proportion de

l'AGB pour la classe de diamètre de [20 cm, 30 cm[et représente 46 %.

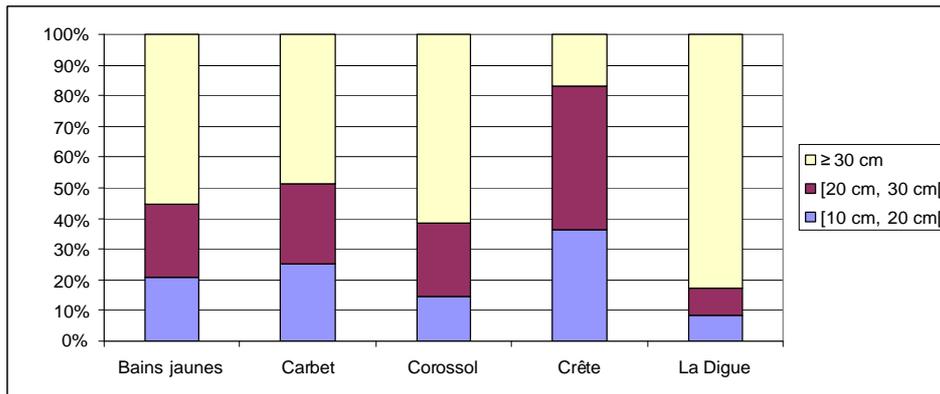


Figure 4 : Représentation de la surface terrière par classe de diamètre.

4.1.2 Distribution diamétrique

Dans les parcelles de Bains jaunes et de La Digue les arbres de la classe de taille de [10 cm, 20 cm[sont en plus grande proportion et représentent 64 % de la distribution diamétrique. Dans les parcelles de Corossol, de Crête et de La Digue les tiges de cette même classe de diamètre sont réparties dans un intervalle de 51-55 %. La classe d'arbres la moins importante dans toutes les parcelles (sauf pour La Digue ayant une proportion de 31 %) est celle de diamètre ≥ 10 cm et a une proportion en moyenne de 13 % (Figure 5).

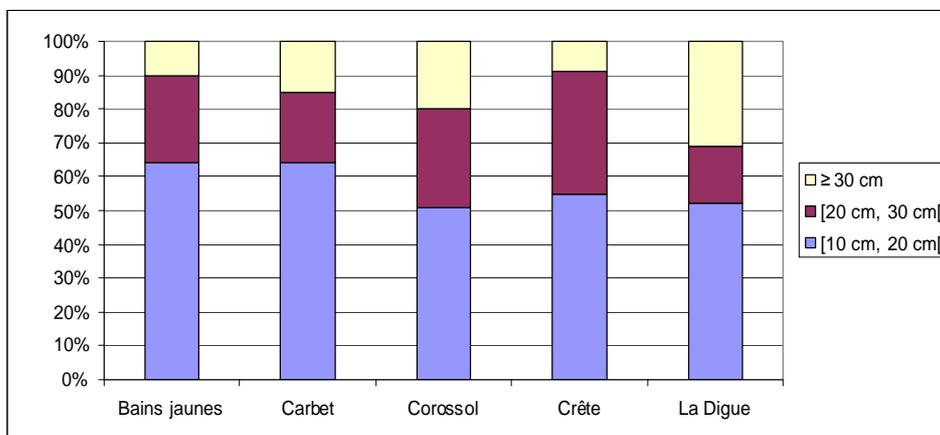


Figure 5 : Représentation de la proportion d'arbre par classe de diamètre des parcelles étudiées.

4.1.3 Densité

La densité varie de 717 arbres par hectare pour la parcelle de La Digue à 1538 arbres par hectare pour la parcelle de la Crête (Figure 6). La parcelle de Corossol a une densité de 988 individus par hectare et celles du Carbet et de Bains jaunes ont une densité respectivement de 1150 arbres par hectare et de 1475 arbres par hectare. Dans les cinq parcelles, les arbres

faisant partie de la classe de taille de [10 cm, 20 cm[sont beaucoup plus nombreux et représentent en moyenne 58 % de la densité totale. Ceux de la classe de taille de [20 cm, 30 cm[viennent après et représentent en moyenne 25 % de la densité totale. Les arbres de la classe de diamètre ≥ 30 cm sont moins nombreux et représentent en moyenne 17 % de la densité totale.

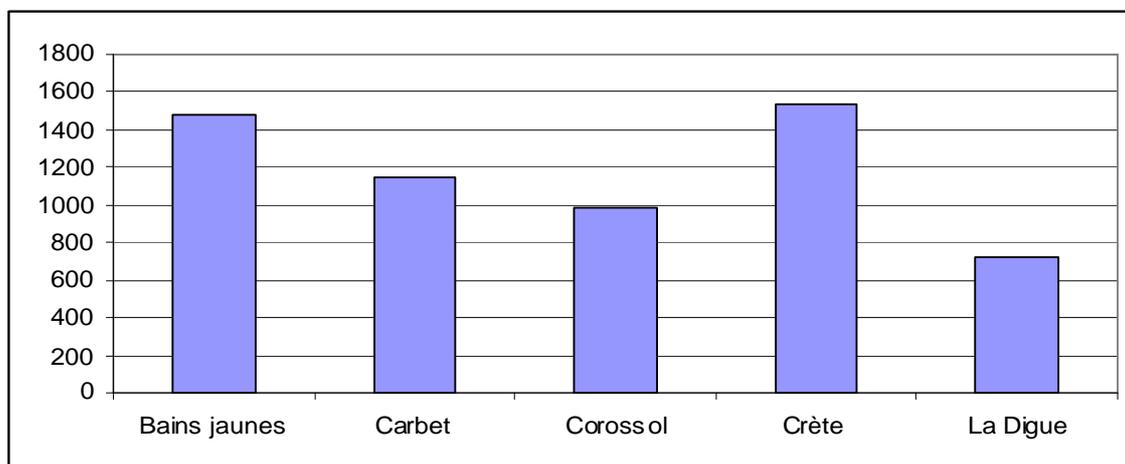


Figure 6 : Densité des arbres à l'hectare dans les parcelles étudiées.

4.2 Comparaison des modèles d'équation allométrique et choix

Nous avons essayé un certain nombre de modèles statistiques (Tableau VII : Présentation de quelques modèles de régression pour l'estimation de la biomasse des forêts tropicales humides) utilisés pour l'estimation de l'AGB dans la littérature forestière. Un grand nombre de modèles de régression a déjà été publié, et nous avons seulement sélectionné trois d'entre eux en fonction du nombre de paramètres, de leur simplicité et de leur mathématique appliquée afin de choisir le meilleur pouvant utiliser pour cette étude.

Pour comparer ces trois modèles, nous avons pris comme exemple les résultats de l'AGB obtenus pour le site de Bains Jaunes mentionnés dans le tableau ci-après.

Tableau VIII : Comparaison des valeurs de l'AGB estimées par trois modèles, pour la parcelle de Bains jaunes. Tiages à partir de 10 cm de diamètre (DBH).

Sites	Modèles	Auteurs	Variabes	AGB en T/ha
Bains jaunes	1	Brown, 1997	DBH	719,15
	2	Brown et Yverson, 1992	DBH et H	463,93
	3	Chave et al. 2005 (wet)	DBH, H et ρ	377,09

Après avoir comparé les résultats de ces trois modèles, nous constatons que l'utilisation d'une équation allométrique ayant uniquement la variable DBH (modèle de Brown, 1997)

provoquerait une hausse de la valeur de l'AGB. Cette idée est cohérente avec celle de Chave et al. (2005) faisant croire que la hauteur est considérée comme une variable cruciale et en l'ignorant, cela donnerait lieu à la surestimation de l'AGB. Concernant le résultat du deuxième modèle (Brown et Yverson, 1992) ayant les variables DBH et H et celui du troisième (Chave et al. 2005) ayant les variables DBH, H et ρ (densité spécifique du bois séché), on constate qu'il y a un grand écart entre leur valeur de l'AGB. Sur ce, Baker et al. (2004) ont montré les variations aboutissant à l'imprécision globale pour le calcul de l'AGB en ignorant la densité du bois. Par ailleurs, Chave et al. (2005) ont recommandé d'utiliser les modèles de régression incluant les informations sur le diamètre du tronc (en cm), sur la hauteur totale H (en m) et sur la densité sèche du bois (en g/cm^3). En outre, la densité des bois (à 12% d'humidité) variant selon les espèces, entre 0,4 et 1,07, il est improbable que la biomasse soit indépendante de la composition floristique et de l'abondance de certaines espèces. Donc, pour cette étude le choix du modèle le plus satisfaisant devrait être celui incluant ces trois variables précitées : « le modèle de CHAVE et al. (2005) » appliqué en forêt tropicale humide dans de nombreuses études précédentes par beaucoup d'auteurs.

4.3 Estimation de la biomasse totale sur les placettes forestières inventoriées.

A fin d'estimer la biomasse dans nos cinq parcelles d'études, les équations allométriques ont été essayées en fonction du coefficient de détermination (R^2) et des variables indépendantes. La sélection de ces dernières telles que le diamètre à hauteur de poitrine (DHP) et la hauteur (H) a été motivée pour faciliter la précision dans la prise de ces mesures. Le calcul de la biomasse à travers un modèle contenant uniquement le DBH n'a pas été utilisé parce que les valeurs de ces équations ne précisent pas beaucoup d'amélioration par rapport à celles obtenues avec la hauteur, le diamètre et la densité, ont précisé Chave et al (2005). Par conséquent, le modèle de régression développé par ces derniers a été utilisé pour les calculs de la biomasse forestière en forêt tropicale humide de Guadeloupe.

En bref, notre étude a montré que la teneur en biomasse sèche des arbres dans les cinq parcelles d'étude varie de 217,76 T/ha pour la parcelle de Carbet à 489,75 T/ha pour la parcelle de La Digue avec une valeur moyenne de 350 T/ha pour l'ensemble des cinq sites d'étude. Cependant, nous avons constaté, Comparativement aux résultats de l'AGB trouvés dans d'autres études (0) et ceux de nos trois parcelles d'étude (Bains jaunes, Corossol et La

Digue), des valeurs de l'AGB relativement faibles dans la parcelle de Carbet et celle de la Crête donnant respectivement de 217,76 T/ha et de 240,47 T/ha.

En fin, la biomasse aérienne sèche des arbres dans les cinq sites d'étude a été déterminée en utilisant le modèle d'équation allométrique établi par CHAVE et al. 2005 pour les forêts tropicales humides dites « wet forest » ayant équation :

$$\langle AGB \rangle_{est} = \exp(-2.557 + 0.940 \ln(\rho D^2 H)) \equiv 0.0776 \times (\rho D^2 H)^{0.940}$$

avec ρ : la densité sèche du bois en g/cm^3 ; D : le diamètre à hauteur de poitrine en cm et H, la hauteur totale de l'arbre en m.

Le tableau IX présente les résultats de l'AGB totale sèche pour les cinq sites d'étude.

Tableau IX : Répartition de la biomasse sèche calculée pour chaque site (DBH \geq 10 cm)

Site	Nbre d'arbres	Bois de DBH \geq 10 cm	Bois de DBH $<$ 10 cm	DBH Max	TAGB en T/ha
Bains jaunes	324	118	206	117.774	377.09
Carbet	203	92	111	64.839	217.76
Crête		123		38.83 cm	240.47
Corossol		79		78.62	396.12
La Digue	202	86	116	98.994	489.75

4.4 Biomasse aérienne et classe de DBH pour les arbres

Nos résultats suggèrent que la biomasse totale peut être estimée de manière fiable en utilisant des mesures de grands arbres seuls dans nos études (DBH \geq 10 cm). En se basant sur les résultats trouvés pour chaque classe de diamètre, nous avons constaté que les grands arbres représentent en moyenne plus de 95 % de la biomasse épigée totale (0).

En ce qui concerne les petits arbres ayant un DBH $<$ 10 cm, leurs mesures de hauteur et de circonférence ont été réalisées dans chaque placette faisant l'objet de notre inventaire. Toutes les données ont été converties en estimation de la biomasse aérienne sèche sur une base à l'hectare. Pour le calcul de la biomasse, nous avons également adopté le modèle de Chave et al (2005) utilisé en forêt tropicale humide.

Tableau X : Répartition de la biomasse en fonction des classes de DBH pour les parcelles de Bains jaunes, Carbet et la Digue

Site	Classes de DBH	Nbre d'arbres	% de l'AGB totale
Bains jaunes	<10 cm	206	5
	[10,20[	74	18
	[20, 30[	30	22
	≥ 30 cm	14	55
Carbet	<10 cm	111	6
	[10, 20[	59	22
	[20, 30[	19	24
	≥ 30 cm	14	48
La Digue	<10 cm	116	1
	[10,20[	44	6
	[20, 30[	15	9
	≥ 30 cm	27	84

4.5 Conclusion sur l'estimation de l'AGB

En analysant la proportion de la biomasse pour chaque classe de diamètre au tableau ci-dessus, nous constatons que la biomasse aérienne des petits arbres de DBH < 10 cm représente en moyenne 4 % de celle de l'AGB totale. Cette conclusion est effectivement coïncidée à celle de Brown (1997) disant: « Le montant de la biomasse des arbres de sous bois, des vignes et des plantes herbacées peut être variable, mais est généralement environ trois pour cent (3 %) ou moins de la biomasse aérienne totale des forêts matures (Jordan and Uhl 1978, Tanner 1980, Hegarty 1989, Lugo 1992). Toutefois, dans les forêts secondaires ou forêts perturbées, cette fraction pourrait être plus élevée et ce qui peut aller jusqu'à 30% (Brown et Lugo 1990, Lugo 1992) selon l'âge de la forêt secondaire et de l'ouverture de la canopée ».

Il convient de signaler que ce constat n'a pas été fait uniquement par Brown: il en est de même que PUIG et al. (1990) ont mesuré les tiges de moins de 10 cm de diamètre et leur biomasse représente 2,3 % de celle de l'AGB totale alors que le sous bois (incluant les palmiers acaules et les tiges de moins de 1cm de diamètre représentent moins de 0,4 % de la biomasse épigée totale.

Pour finir, dans une étude portant sur 20 placettes de 1 ha au Nord de Manaus en forêt de terre

ferme, Nascimento *et al.* (2000) ont précisé que la part des petits arbres (DBH <10cm y compris les palmiers) et des palmiers acaules par rapport à la biomasse épigée totale est respectivement 5,3 % et 0,3 %. Rapportées à la seule biomasse épigée vivante, ces proportions atteignent respectivement 5,9 % et 0,3 %. La Figure 7 nous montrent effectivement (voir aussi Annexe 4) que la majeure partie de la biomasse épigée est stockée dans les arbres de diamètre ≥ 30 cm.

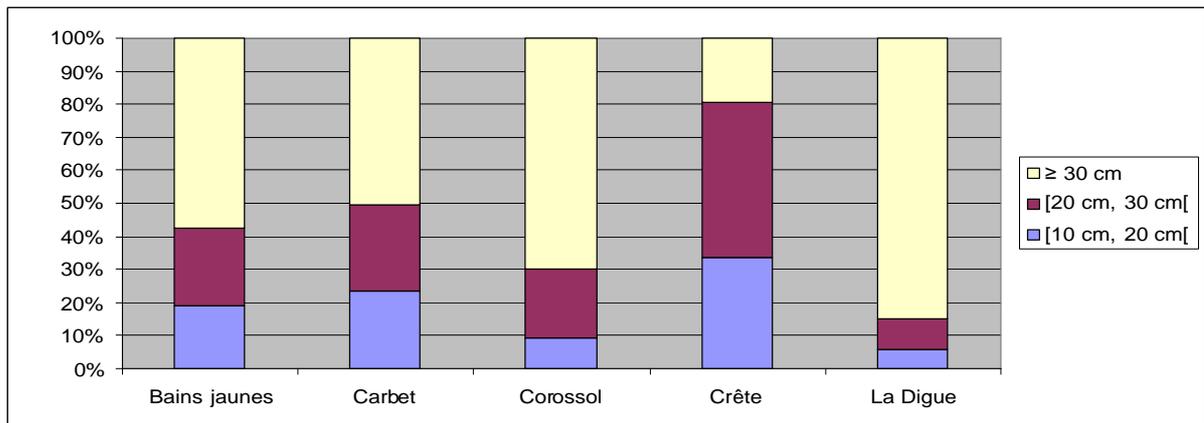


Figure 7 Evolution de la biomasse épigée en fonction des classes de diamètre pour chaque parcelle.

4.6 Etudes des corrélations pour l'ensemble des parcelles

4.6.1 Corrélation entre l'AGB et la surface terrière

Pour les parcelles d'étude (Carbet, Crête et La Digue) on observe plus ou moins une relation de proportionnalité entre l'AGB et la surface terrière (Figure 8). On constate que la plus forte valeur de l'AGB correspond à la plus forte valeur de la surface terrière (parcelle de La Digue) et de même la plus petite valeur de l'AGB correspond à la plus petite valeur de la surface terrière (parcelle de Carbet). La relation n'est cependant pas significative en raison du trop petit nombre de parcelles (coefficient de corrélation de rang de Spearman, $\rho = 0,7$, $p\text{-value} = 0,2333$).

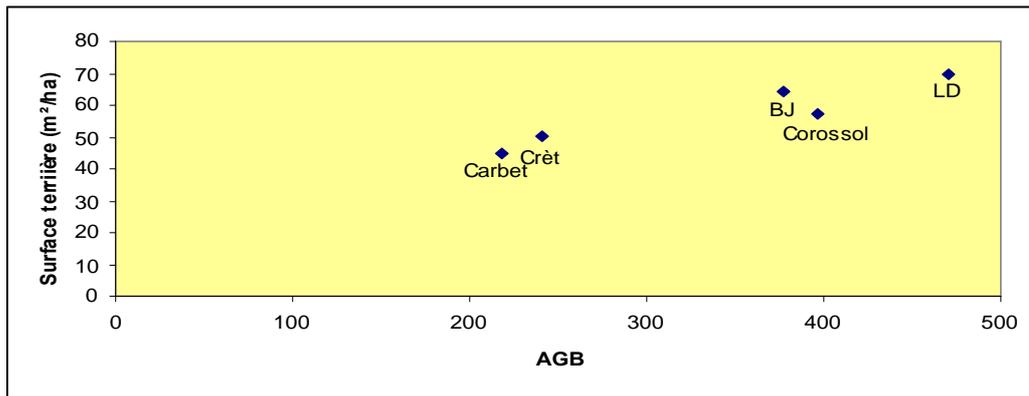


Figure 8 : Corrélation entre l'AGB et la surface terrière.

4.6.2 Corrélation entre l'AGB et la densité

La plus forte valeur de la densité correspond à la valeur de l'AGB la moins élevée (Crête) et vice versa (Figure 9). (Coefficient de corrélation de Spearman, $\rho = -0,7$; $p\text{-value} = 0,2333$)

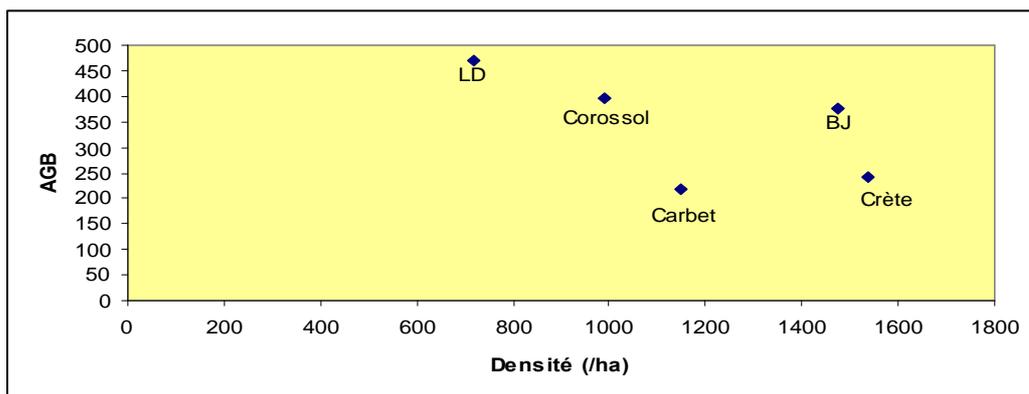


Figure 9 : Corrélation entre l'AGB et la densité.

4.6.3 Corrélation entre la densité et la surface terrière

Pour les cinq sites, la densité n'est pas approximativement proportionnelle à la surface terrière (Figure 10). La surface terrière n'est pas corrélée à la densité (coefficient de corrélation de rang de Spearman, $\rho = -0,2$, $p\text{-value} = 0,7833$).

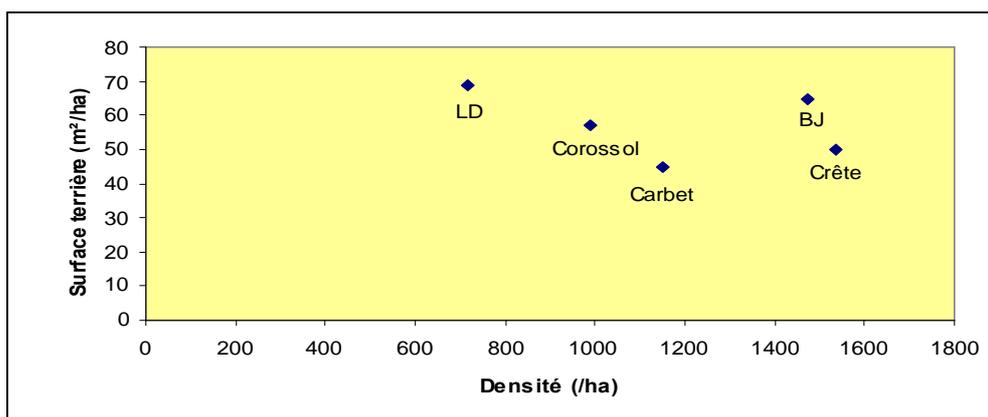


Figure 10 : Corrélation entre la densité et la surface terrière.

Le Figure 10 résume la proportion de la valeur de la surface terrière, de la densité, de l'AGB et de la somme de diamètre par classe de DBH au niveau de chaque parcelle. La représentation de la distribution diamétrique et la densité pour toutes les parcelles (sauf pour la parcelle de La Digue) est similaire. La proportion d'arbres la plus élevée se trouve dans la classe de diamètre [10cm, 20 cm[et représente plus de 50 %. La densité à l'hectare est également plus élevée pour cette classe. Concernant la surface terrière et la somme de diamètre, la plus grande valeur dans toutes les parcelles, à l'exception de la parcelle de La Digue, est localisée dans la classe de DBH ≥ 30 cm. En ce qui concerne l'AGB, la majeure partie de la biomasse aérienne est stockée au niveau des arbres de gros diamètre (DBH ≥ 30 cm). Seule la parcelle de la Crête présentant une AGB supérieure dans la classe intermédiaire (20 cm, 30 cm).

Tableau XI : Représentation des valeurs de la surface terrière, de la densité, de l'AGB et de la somme des diamètres, par classe de diamètre (DBH).

Sites	Classe de DBH	Surface terrière	Densité/ha	AGB	Somme de D (cm)
Bains jaunes	[10 cm, 20 cm[	14,94	925	72,56	13018,47
	[20 cm, 30 cm[	17,13	375	87,53	8977,93
	≥ 30 cm	39,45	175	217	6686,1
Carbet	[10 cm, 20 cm[	11,37	738	51,49	10196,26
	[20 cm, 30 cm[	11,67	238	56,3	5894,7
	≥ 30 cm	21,93	174	109,74	6787,95
Corossol	[10 cm, 20 cm[	8,285	500	36,57	7126,16
	[20 cm, 30 cm[	13,615	288	82,33	7010,77
	≥ 30 cm	35,17	200	277,22	9159,36
Crête	[10 cm, 20 cm[	18,11	938	81,22	14455,24
	[20 cm, 30 cm[	23,48	500	111,93	12155,45
	≥ 30 cm	8,48	100	47,32	3274,61
La Digue	[10 cm, 20 cm[	5,805	367	28,08	5102,5
	[20 cm, 30 cm[	6,028	125	45,93	3225,8
	≥ 30 cm	57,12	225	415,73	12203,47

Il faut préciser que nos mesures n'ont pas été utilisées pour l'estimation des paramètres (surface terrière, densité à l'hectare, AGB et somme de diamètre) pour les parcelles de Crête et Corossol. Le problème, c'est que ces deux placeaux ne sont pas séparés convenablement avec de ficelle visible comme les autres.

Afin de donner les valeurs exactes de ces paramètres pour ces parcelles, il a fallu utiliser les données de circonférence de deux autres placeaux de 800 m² dans la même parcelle en utilisant le modèle de puissance « $H = kD^p$ » pour l'estimation de l'AGB.

4.7 Analyse des données

4.7.1 Agencement et applicabilité d'un modèle pouvant être utilisé pour l'estimation de L'AGB dans les 43 autres placettes inventoriées par Rollet et al. (1985-1986)

Pour agencer un modèle allométrique pouvant utiliser pour l'estimation de la biomasse épigée dans les 43 placettes permanentes inventoriée par Rollet et al. (1985-1986), nous

avons testé trois modèles d'équation de régression (Figure 11) suivant trois variables (la surface terrière (ST), la somme de diamètre (SD) et la densité à l'hectare (N)). Ces paramètres ont été étudiés dans nos cinq parcelles d'étude et comparés avec les données obtenues dans la littérature.

Afin de trouver le meilleur modèle, trois modèles de régression multiple ont été testés :

1°) La biomasse est fonction de la surface terrière : $AGB = f(ST)$

2°) La biomasse est fonction de la surface terrière et la somme des diamètres :

$AGB = f(ST, SD)$

3°) La biomasse est fonction de la surface terrière, de la somme des diamètres et la densité : $AGB = f(ST, SD, N)$

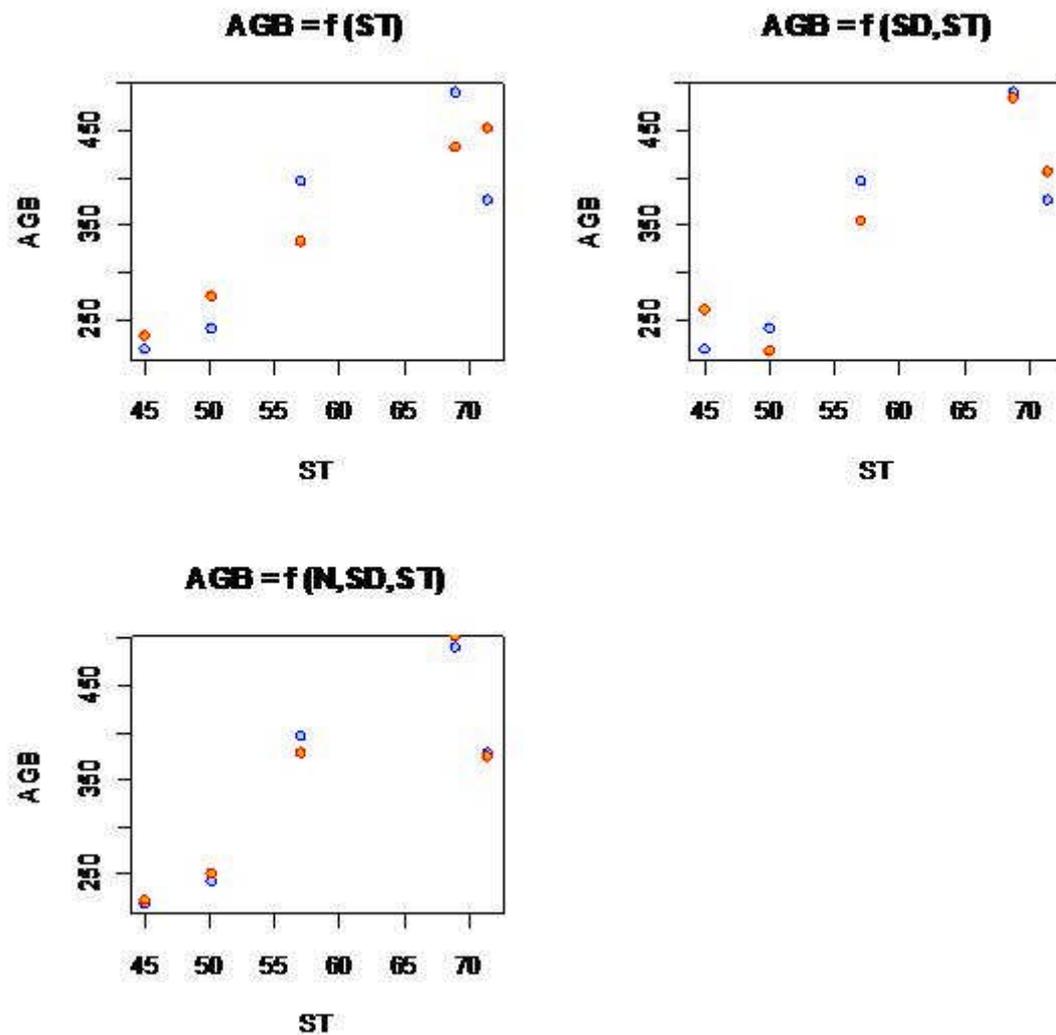


Figure 11 : Régressions linéaires multiples, sous R.

Pour sélectionner un modèle nous avons mis l'accent sur la valeur du coefficient de régression et l'écart moyen entre les points. Parmi ces trois modèles, le modèle (3) donne

la meilleure prédiction se traduisant par une augmentation du coefficient de régression ($R^2 = 0.98$) et une diminution progressive de l'écart moyen entre les points.

Donc le meilleur modèle pour l'estimation de l'AGB est celui dont les trois variables sont présentes et s'écrit ainsi: $AGB = 5.9 * ST + 0.025 * SD - 0.4577 * N - 90.84$

L'estimation de la biomasse épigée a été effectuée pour ces 43 placettes en adoptant le modèle susmentionné et une valeur moyenne de 270.75 T/ha a été trouvée pour les 27 sites localisés au versant au vent et de 334.3 T/ha pour les parcelles localisées au versant sous le vent.

4.8 Marges d'erreur relative à la densité moyenne de chaque parcelle.

La densité moyenne (D_{12}) des cinq parcelles d'étude varie de 0.707 g/cm^3 pour la parcelle de Bains jaunes à 0.801 g/cm^3 pour la parcelle de Corossol. Ce qui nous amène à dire que la parcelle de Corossol est constituée des arbres qui sont plus lourds par rapport aux autres parcelles. La valeur de la densité moyenne est indiquée pour chaque site, ainsi que la marge d'erreur et l'intervalle de confiance. La marge d'erreur observée dans nos calculs de la densité moyenne est de 5 % (Figure 12) pour l'ensemble des cinq sites.

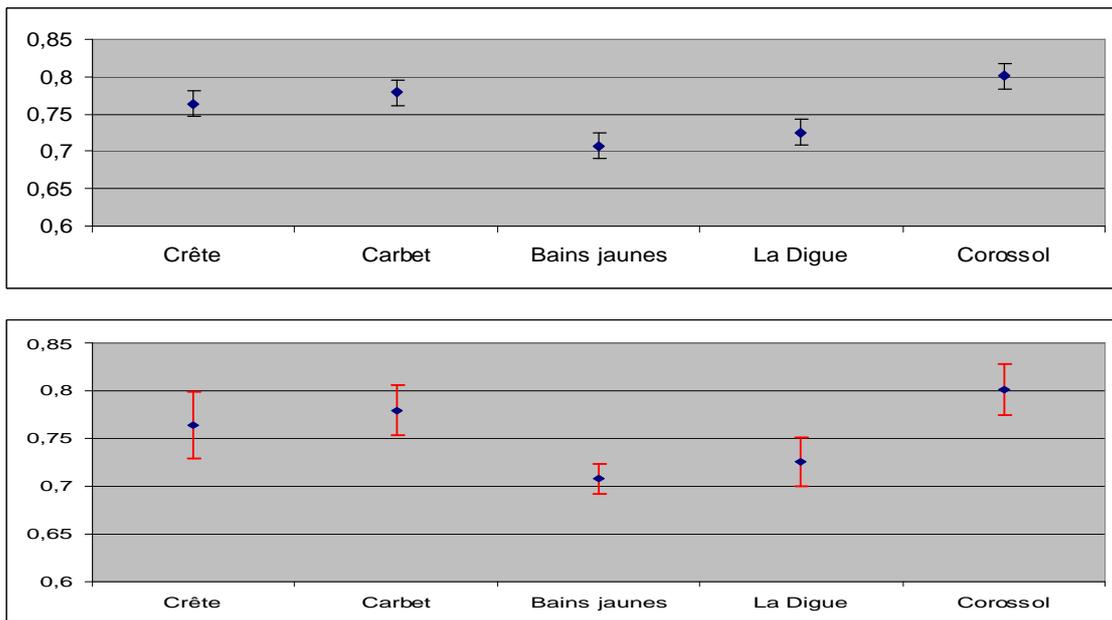


Figure 12 : Densité moyenne des bois dans chaque parcelle. En haut, les barres représentent l'écart-tye sur la moyenne, en bas elles représentent l'acrat-tye de l'

Tableau XII : Valeurs de la densité, de l'écart-type et de l'intervalle de confiance pour chaque parcelle

	Crête	Carbet	Bains jaunes	La Digue	Corossol
Densité minimale	0,525	0,525	0,4	0,425	0,525
Densité moyenne	0,76394958	0,77935953	0,70784923	0,725618812	0,801018182
Densité maximale	1,075	1,075	1,075	1,075	1,075
écart-type	0,1962515	0,18943275	0,1417993	0,188030407	0,175259163
Intervalle de confiance	0,0351132	0,0259949	0,01541631	0,025865934	0,026660898

Le 0 nous indique la densité moyenne de nos cinq sites d'étude. Nous constatons qu'elles sont différentes les unes par rapport aux autres sauf celles observées pour les parcelles Crête et Corossol. Par conséquent, nous pouvons tirer cette conclusion : La densité des arbres dépend considérablement du type de forêt. Il est de même pour la surface terrière. Concernant les valeurs de l'écart type et de l'intervalle de confiance, les cinq parcelles d'études sont presque identiques.

4.9 Estimation du stock de carbone dans les placettes forestières inventoriées

L'estimation du stock de carbone dans la forêt dépend de la connaissance de la biomasse aérienne sèche (Vieira et al, 2008). Il a été signalé que le carbone contenu dans la biomasse sèche d'un arbre est de 50 % (Brown et Lugo, 1992 ; Roy et al, 2001 ; Malhi et al, 2004). Toutefois, il faut signaler que la fraction du carbone dans le bois présente certaines petites variations selon les espèces (Elias et Potvin, 2003 ; Chave et al, 2005). En supposant que 50% de la biomasse est constitué de carbone, le stockage de carbone en surface dans notre zone d'étude est à peu près 180 T/ha.

5 DISCUSSION

5.1 Structure du peuplement

5.1.1 La densité

Les densités obtenues dans nos différentes parcelles d'étude, variant de 717-1538 tiges /ha avec une moyenne de 1174 individus par hectare, ne concordent pas avec les valeurs généralement trouvées dans certaines forêts tropicales du monde dans la littérature (Hertel et al. 2009 ; Groeneveld et al. 2009 ; Antin, 2009 ; Lodhiyal et al, 2009 ; Anonyme, 2009 ; Culmsee et al. 2010). La densité des tiges diminue avec l'augmentation des classes de diamètre (Tableau XI). Seule la parcelle de La Digue qui présente une petite variation où la classe de diamètre ≥ 30 cm est en plus grande proportion que celle de la classe de [20 cm, 30 cm]. Ces résultats ne corroborent pas à ceux trouvés dans d'autres forêts tropicales antillaises particulièrement ceux de la Guyane Française et de l'Amérique du Sud.

5.1.2 La surface terrière

Dans la littérature nous avons constaté que la surface terrière de plusieurs parcelles de 1 ha dans les forêts tropicales humides de certains pays du monde est comprise entre 30.7 m²/ha et 45.75 m²/ha (DBH ≥ 10 cm) (voir Annexe 2). Cependant, nos résultats montrent des valeurs de surface terrière nettement supérieures à celles observées dans beaucoup de forêt du monde. Par exemple, pour l'ensemble de nos cinq parcelles, la surface terrière totale varie de 44.98 m²/ha à 68.95 m²/ha et la valeur moyenne est de 57.12 m²/ha. Il convient de mentionner que la surface terrière de nos sites d'études, sauf la parcelle de la Crête, augmente avec l'augmentation des classes de diamètre (Tableau XI). Les deux sites les mieux représentés en terme de valeur de la surface terrière sont La Digue et Bains jaunes.

5.1.3 Distribution Diamétrique

L'étude de la distribution diamétrique dans nos cinq parcelles d'étude montre que les individus de petite taille sont beaucoup plus importants. Par conséquent, il serait nécessaire d'argumenter avec l'hypothèse de Rollet (1971) faisant croire que « Dans une forêt naturelle, les diamètres des arbres se conforment à une distribution exponentielle. Donc il est tout à fait intéressant de noter que la forêt de la Guadeloupe, à travers nos cinq parcelles d'études, correspond effectivement à cette hypothèse : il y a beaucoup d'arbres de petit

diamètre et très peu de gros diamètre (Tableau XI). Il convient de signaler que parmi les cinq sites d'étude, la parcelle de La Digue présente une abondance de tiges de gros diamètre, ce qui la différencie des autres parcelles. Cette abondance pourrait être expliquée clairement par la présence d'un gradient de conditions écologiques plus favorables pour ce site. En outre, on dirait que ce site répond au critère d'une forêt plus ou moins stable. Afin de mieux soutenir cette idée, il est intéressant d'observer la proportion de l'AGB et de la surface terrière de ce site pour la classe de taille de [10 cm, 20 cm[et de [20 cm, 30 cm[qui ne représentent que 15 % de valeur totale (Tableau X).

5.2 Biomasse totale

Notre étude fournit l'estimation de l'AGB totale la plus exacte actuellement disponible dans les forêts tropicales humides de Guadeloupe. Une conclusion générale est que l'estimation de la biomasse dans ces forêts est très satisfaisante s'établissant à peu près de 350 T/ha en moyenne pour les cinq sites d'études. Il est à noter que cette estimation a été effectuée en utilisant un modèle allométrique amélioré (Chave et al. 2005) pour estimer la biomasse des arbres. Une estimation de l'AGB a été également effectuée pour les 43 placettes inventoriées par Rollet et al. (1985-1986) et une valeur moyenne de 270.75 T/ha a été trouvée pour les 27 parcelles localisées au versant au vent et 334.3 T/ha pour celles localisées au versant sous le vent.

Nos résultats de l'AGB pour les parcelles d'études correspondent aux valeurs obtenus dans la littérature (Asner et al. 2009 ; Keller et al. 2001 ; Henrique et al. 2002 ; Nascimiento et al. 2001 ; Ohler, 1980 ; Poels, 1987 ; Puig et al. 1990 ; Chave et al. 2001a ; Chave et al. 2001b ; Baker et al. 2004 ; Fearnside, 1997a ; Houghton et al. 2000 ; Culmsee et al. 2010).

Il convient de signaler que la biomasse souterraine n'a pas été mesurée dans cette étude mais elle peut être estimée à partir de travaux publiés. Dans huit études réalisées dans les forêts néo tropicales et dans la caraïbe examinées par Houghton et al. (2001), la biomasse racinaire est de 21,0% en moyenne (intervalle de 13 à 34%) de la biomasse aérienne. En utilisant cette valeur moyenne, la biomasse des racines dans nos parcelles aurait été de 72 T/ha en moyenne.

Dans nos cinq parcelles, les arbres de grande taille (≥ 10 cm de DBH) représentent 96 % de la biomasse aérienne. Ceci dit, dans les forêts tropicales, les grands arbres sont inévitablement l'élément dominant de la biomasse aérienne. Dans nos parcelles d'étude environ 57 % de la biomasse fait partie de la classe de taille supérieure (DBH ≥ 30 cm)

avec une plus faible proportion (18,3 %) qui figurent dans les plus petits arbres (10-20 cm de DBH).

En ce qui concerne la densité, les données de la littérature (Détienne et Jacquet, à paraître in Rollet 2010) sur la densités du bois utilisées pour nos calculs se réfèrent souvent à des échantillons de bois mesurés dans des conditions de poids frais (c'est à dire à 12 % d'humidité). Pour transformer ces données en densité spécifique sur la base du poids sec, nous avons transformé les données de la littérature suivant Chave et al. (2006).

6 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

6.1 Conclusion

Dans cette étude, nous avons indiqué une estimation précise de la biomasse aérienne pour les cinq sites en utilisant la mesure de la hauteur, du diamètre à hauteur de poitrine et la densité spécifique du bois.

Afin de sélectionner un modèle parmi ceux disponibles dans la littérature pour l'estimation de l'AGB, nous avons tenu compte de l'objectif que nous avons fixé, celui de trouver une équation capable d'effectuer une estimation la plus précise que possible de la biomasse et des stocks de carbone adaptée aux forêts tropicales humides de la Guadeloupe. Le modèle Pantropicale développé par Chave et al. (2005), paraissait être le plus approprié pour ce travail. Toute fois, les chercheurs Burnham et Anderson (2002) ont précisé qu'aucune procédure statistique ne permet de décider sans ambiguïté quel modèle est le meilleur.

En comparant les valeurs de la surface terrière (variant de 50.07 à 71.52 m²/ha) et de la densité (variant de 717 à 1538 arbres par hectare) de nos cinq parcelles d'étude avec des données de la littérature : 35.4 m²/ha pour la surface terrière et de 476 arbres par hectare pour la densité d'après Culmsee et al. (2010) en Indonésie (voir Annexe 2), nous avons la preuve que les forêts de montagne de Guadeloupe sont exceptionnelles de part leur structure.

En ce qui concerne la biomasse épigée, les estimations effectuées par OHLER (1980) et POELS (1987) au Suriname et celles effectuées par Henrique et al. (2002) en Amazonie centrale sont quasiment similaires à celles que nous avons effectuées. Cependant, nous devrions avoir une meilleure estimation de la biomasse si des mesures ont été également effectuées sur les autres structures forestières (épiphytes, lianes, fougères, palmiers) et la biomasse foliaire, qui sont par ailleurs non négligeables dans les forêts tropicales humides particulièrement celles de la Guadeloupe.

6.2 Recommandations

Tenant compte de l'intérêt de cette étude, certaines recommandations ont été retenues :

- Certaines parcelles mériteraient d'être retracées afin d'éviter d'énormes marges d'erreurs sur les mesures des arbres.
- L'estimation de la biomasse épigée devrait être effectuée sur les feuilles, les épiphytes, les fougères, les palmiers et les lianes. L'estimation de la biomasse racinaire et celle de la litière devraient être également effectuées dans les forêts de la Guadeloupe.
- Pour sauver les îles de l'archipel Guadeloupéen du réchauffement planétaire et des changements climatiques, la gestion durable de ces forêts avec des objectifs favorisant la séquestration du carbone devrait être envisagée.
- En amont des projets de gestion des forêts, une quantification du stock carbone organique dans les différentes strates serait nécessaire. Afin d'y arriver, une méthode scientifique peu coûteuse, économisant de l'énergie serait très utile .
- Des études supplémentaires sont nécessaires pour quantifier les gains potentiels ou les pertes de carbone dans les forêts tropicales humides de la Guadeloupe.
- Les centres de gestion des forêts de la Guadeloupe (PNG, ONF) devraient mieux se munir d'équipements adaptés au travail sur le terrain qui faciliteraient les apprentis – chercheurs aux conditions climatiques très souvent difficiles dans les forêts de la Basse-Terre.

7 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aiba, S. and Kitayama, K., 1999.** Structure, composition and species diversity in an altitude–substrate matrix of rain forest tree communities on Mount Kinabalu, Borneo. *Plant Ecology* 140, 139–157.
- Alamgi M. and Al-Amin M., 2008.** Allometric models to estimate biomass organic carbon stock in forest vegetation. *Journal of Forestry Research* 19, 101–106.
- Anonyme, 2009.** Variation de la biodiversité végétale en fonction de l'altitude dans le chaînon montagneux de Ngovayang (Sud-Cameroun). Rapport scientifique détaillé 374, 10 P.
- Asner G. P., Hughes R. F., Varga T. A., Knapp D. E. and Kennedy-Bowdoin T., 2009.** Environmental and Biotic Controls over Aboveground Biomass Throughout a Tropical Rain Forest. *Ecosystems* 12, 261–278
- Baishya R., Barik S., and Upadhaya K., 2009.** Distribution pattern of aboveground biomass in natural and plantation forests of humid tropics in northeast India. *Tropical Ecology* 50(2), 295-304.
- Baker, T.R., Phillips, O.L., Malhi, Y., Almeida, S., Arroyo, L., Di Fiore, A., Erwin, T., Killeen, T.J., Laurance, S.G., Laurance, W.F., Lewis, S.L., Lloyd, J., Monteagudo, A., Neill, D.S., Patin˜o, S., Pitman, N.C.A., Silva, J.N.M. and Martı́nez, R.V., 2004.** Variation in wood density determines spatial patterns in Amazonian forest biomass. *Global Change Biology* 10, 201–220.
- Basuki T.M., Van Laake P.E., Skidmore A.K. and Hussin Y.A., 2009.** Allometric equations for estimating the above-ground biomass in tropical lowland Dipterocarp forests. *Forest Ecology and Management* 257, 1684-1694.
- Brown S., A. Gillepsie & A.E. Lugo, 1989.** Biomass Estimation Methods for Tropical Forests with Applications to Forest Inventory Data. *For. Sci* 35 (4), 881-902.
- Brown, S. and Lugo A.E., 1992.** Aboveground biomass estimates for tropical moist forests of the brazilian amazon. *Interciercia* 17 (1), 8-18.
- Brown, S., 1997.** Estimating biomass and biomass changes of tropical forests: A primer. *FAO Forestry Paper* 134, Rome, Italy.

- Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M.A., Chambers, J.Q., Eamus, D., Fo'lster, H., Fromard, F., Higuchi, N., Kira, T., Lescure, J.-P., Nelson, B.W., Ogawa, H., Puig, H., Riera, B. and Yamakura, T., 2005.** Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia* 145, 87–99.
- Chave, J., Muller-Landau, H.C., Baker, T.R., Easdale, T.A., ter Steege, H. and Webb, C.O., 2006.** Regional and phylogenetic variation of wood density across 2456 Neotropical tree species. *Ecological Applications* 16, 2356–2367.
- Culmsee H., Leuschner C., Moser G. and Pitopang R., 2010.** Forest aboveground biomass along an elevational transect in Sulawesi, Indonesia, and the role of Fagaceae in tropical montane rain forests. *Journal of Biogeography* 37, 960–974.
- Clark, D.A., Brown, S., Kicklighter, D.W., Chambers, J.Q., Thomlinson, J.R., Ni, J. and Holland, E.A., 2001.** Net primary production in tropical forests: an evaluation and synthesis of existing field data. *Ecological Applications* 11, 371–384.
- Clark, D.A., 2009.** Litter Biomass and Nutrient Determinants of Ant Density, Nest Size, and Growth in a Costa Rican Tropical Wet Forest. *BIOTROPICA* 41, 234–240.
- Détienne P. et Jacquet P. 2010.** Atlas d'identification anatomique des bois de Guadeloupe et de Martinique. In "Dendrologie des Petites Antilles", B. Rollet éd., Office National des Forêts.
- Dixon, R.K., Brown, S., Houghton, R.A., Solomon, A.M., Trexler, M.C. and Wisniewski, J. 1994.** Carbon pools and flux of global forest ecosystems. *Science* 263, 185–190.
- Durieu de Madron L. (2008).** Expertise sur les références dendrométriques nécessaires au renseignement de l'inventaire national de gaz à effet de serre pour les forêts de la Guadeloupe, de la Martinique et de la Réunion. 88 p.
- Hertel D., Harteveld M. A., and Leuschner C. 2009.** Conversion of a tropical forest into agroforest alters the fine root-related carbon flux to the soil. *Soil Biology and Biochemistry* 41, 481–490.
- Guitet S, Blanc L, Chave J., Gomis A., 2005.** Expertise sur les références dendrométriques nécessaires au renseignement de l'inventaire national de gaz à effet de serre pour la forêt guyanaise. Convention N° 59.02. G 18 / 05, 41 p.
- Kappelle, M. and Brown, A.D., 2001.** Bosques nublados del neotrópico. INBio, Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. Kauffman, J.B., Hughes, R.F. and Heider, C., 2009. Carbon pool and biomass dynamics associated with deforestation, land use, and agricultural abandonment in the neotropics. *Ecological Applications* 19, 1211–1222.

- Ketterings et al., 2001.** Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equations for predicting above-ground tree biomass in mixed secondary forests, *Forest Ecology and Management* 146, pp. 199–209.
- King D. A. 1986.** Tree form, height growth, and susceptibility to wind damage in *Acer saccharum*. *Ecology* 67, 980-990.
- King D. A. 1990.** Allometry of saplings and understory trees of a Panamanian forest. *Functional Ecology* 4, 27-32.
- King D. A. 1996.** Allometry and life history of tropical trees. *Journal of Tropical Ecology* 12, 25-44.
- King D. A. 2005.** Linking tree form, allocation and growth with an allometrically explicit model. *Ecological Modelling* 185:77-91.
- King, D. A., K. F. Davies, Nur Supardi M. N., and Tan S., 2005.** Tree growth is related to light interception and wood density in two mixed dipterocarp forests of Malaysia. *Functional Ecology* 19:445-453.
- Kitayama, K. and Aiba, S. 2002.** Ecosystem structure and productivity of tropical rain forests along altitudinal gradients with contrasting soil phosphorus pools on Mount Kinabalu, Borneo. *Journal of Ecology* 90, 37–51.
- Lescure J. P., Puig H., Riera B., Leclerc D., Beekman A., Beneteau A., 1983.** La phytomasse épigée d'une forêt dense en Guyane française. *Acta Ecologica (Ecol. Gener* 4 (3), 237-251.
- Lieberman, D., Lieberman, M., Peralta, R. and Harthorn, G.S. 1996.** Tropical forest structure and composition on a largescale altitudinal gradient in Costa Rica. *Journal of Ecology* 84, 137–152.
- Madelaine-Antin C., 2009.** Dynamique des peuplements forestiers tropicaux hétérogènes : variabilité inter et intraspécifique de la croissance des arbres et trajectoires de développement en forêt dense humide sempervirente. 258 p.
- Mooney H. A., Chandell J., Chapin 1999.** Ecosystem physiology responses to global change. Cambridge university press, 141-189.
- Negi J.D.S., Chauhan P.S. and Negi M., 2003.** Evidences of climate change and its impact on structure en fonction of forest ecosystems in and around doon vally. *Indian forester* , 129 (6), 757-769.
- Nogueira E. M., Fearnside P. M., Nelson B. W., Barbosa R. I. and Keizer E. W. H., 2008.** Estimates of forest biomass in the Brazilian Amazon: New allometric

equations and adjustments to biomass from wood-volume inventories. *Forest Ecology and Management* 256, 1853–1867.

Poels R. L. H. (1987). Soils, Water and Nutrients in a Forest ecosystem in Suriname, Agricultural University Wageningen The Netherland: 249 p. [sol]

Puig H., Riera B. and Lescure J.P.,1990. Phytomasse et productivité. Bois et Forêts des Tropiques n°220 Spécial Guyane : 25-32 p. [lianes ; épiphytes ; palmiers ; biomasse totale

Rousteau A. (2008) Carte écologique de la Guadeloupe. ONF/UAG/Parc national de la Guadeloupe. 36p plus cartes.

Ravindranath N. H., Somashekhar B.S., Gadgil M. 1997. Carbon flow in Indian forests, submitted to the ministry of environment and forest.

Rousteau A. Carte écologique de la Guadeloupe. ONF/UAG/Parc national de la Guadeloupe. 36p. plus cartes.

UNFCCC, 2008. UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change), 2008. Report of the Conference of the Parties on its thirteenth session, held in Bali from 3 to 15 December 2007. Addendum, Part 2. Document FCCC/CP/2007/6/Add.1. UNFCCC, Bonn, Germany.

Weaver, P.L. and Murphy, P.G. 1990. Forest structure and productivity in Puerto Rico, Luquillo Mountains. *Biotropica* 22, 69–82.

Zianis D, Mencuccini M, 2003, On simplifying allometric analyses of forest biomass, *Forest Ecology and Management* 187, 311-332.

ANNEXES

Annexe 1 : Densité du bois par espèces en (g/cm³)

Espèces	Famille	Densité min	Densité max	Moyenne
<i>Guatteria caribaea</i>	Annonacées	0,5	0,6	0,55
<i>Rudgea citrifolia</i>	Rubiaceés	0,65	0,7	0,675
<i>Richeria grandis</i>	Euphorbiacées	0,55	0,7	0,625
<i>Tapura latifolia</i>	Dichapétalacées	0,65	0,7	0,675
<i>Amanoa caribaea</i>	Euphorbiacées	1	1,1	1,05
<i>Faramea occidentalis</i>	Rubiaceés	0,7	0,8	0,75
<i>Calyptranthes forsteri</i>	Myrtacées	0,95	1,15	1,05
<i>Licania ternatensis</i>	Chrysobalanacées	1	1,15	1,075
<i>Maytenus guyanensis</i>	Célastracées	0,72	0,818	0,769
<i>Ixora ferrea</i>	Rubiaceés	0,9	1	0,95
<i>Micropholis guyanensis</i>	Sapotacées	0,8	0,9	0,85
<i>Pouteria pallida</i>	Sapotacées	0,9	1,15	1,025
<i>Sterculia caribaea</i>	Sterculiacées	0,35	0,5	0,425
<i>Sloanea massoni</i>	Elaeocarpaceés	0,8	1	0,9
<i>Miconia mirabilis</i>	Mélastomatacées	0,5	0,6	0,55
<i>Ocotea dominicana</i>	Lauracées	0,4	0,65	0,525
<i>Myrcia antillana</i>	Myrtacées	0,9	1,25	1,075
<i>Cassipourea elliptica</i>	Rhizophoracées	0,7	0,9	0,8
<i>Byrsonima trinitensis</i>	Malpighiacées	0,55	0,75	0,65
<i>Dacryodes excelsa</i>	Burceracées	0,5	0,65	0,575
<i>Myrsine trinitatis</i>	Myrsinacées	0,85		0,85
<i>Chimarrhis cymosa</i>	Rubiaceés	0,6	0,75	0,675
<i>Trichilia septentrionalis</i>	Méliacées	0,6	0,7	0,65
<i>Rauvolfia biauriculata</i>	Apocynacées	0,7	0,8	0,75
<i>Eugenia trinervia</i>	Myrtacées	0,8	1,1	0,95
<i>Erythroxylum squamatum</i>	Erythroxylacées	0,85	1,1	0,975
<i>Meliosma herbertii</i>	Sabiaceés	0,55	0,8	0,675
<i>psychotria</i>	Rubiaceés	0,4	0,5	0,45
<i>Guarea</i>	Méliacées	0,6	0,8	0,7
<i>Endlicheria sericea</i>	Lauracées	0,5	0,6	0,55
<i>Podocarpus coriaceus</i>	Podocarpaceés	0,6	0,7	0,65
<i>Marila racemosa</i>	Bonnétiacées	0,75	0,85	0,8
<i>Inga ingoides</i>	LégumineusesMimosacées	0,65	0,8	0,725
<i>Simarouba amara</i>	Simaroubacées	0,35	0,45	0,4
<i>ilex sideroxyloides</i>	Aquifoliacées	0,75	0,85	0,8
<i>Cordia reticulata</i>	Boraginacées	0,4	0,65	0,525
<i>Ouratea longifolia</i>	Ochnacées	0,95	1,1	1,025
<i>Chrysobalanus cuspidatus</i>	Chrysobalanacées	0,75	0,9	0,825
<i>Symphonia globulifera</i>	Clusiaceés	0,65	0,75	0,7
<i>Rondeletia parviflora</i>	Rubiaceés	0,6	0,75	0,675

Annexe 2 : Valeurs de la surface terrière, densité, AGB obtenues dans la littérature et dans cette étude suivant l'altitude.

Auteurs	Pays	Surface terrière (m²/ha)	Densité (N/ha)	AGB (T/ha)	Altitude (m)
Dorvil et Rousteau, 2010	Bains jaunes	71,52	1538	377,02	
Dorvil et Rousteau, 2010	Carbet	44,97	1475	217,77	
Dorvil et Rousteau, 2010	Corossol	57,07	1150	396,12	
Dorvil et Rousteau, 2010	Crète	50,07	988	240,47	
Dorvil et Rousteau, 2010	La Digue	68,953	717	470,44	
Hertel et al. 2009	Indonésie	40	869		
Groeneveld et al. 2009	Brésil	30,7	1090		
Antin, 2009	Inde	45,75	670		
Lodhiyal et al. 2009	Inde		625		
Anonyme, 2009	Caméroun	34,6	535		
Culmsee et al. 2010	Indonésie	35,4	476	299,1	1050
Culmsee et al. 2010	Indonésie	37,1	508	293,4	1400
Culmsee et al. 2010	Indonésie	36	697	286,5	1800
Culmsee et al. 2010	Indonésie	46,5	879	306	2400
Kitayama et al. 2002	Malaisie			490	
Kappelle, 2006	Costarica	49,5	482,5	305	
Raich et al, 1997	Hawaï	51	1610	305	
Aiba et al. 1999	Malaisie	34	464	481	
Aiba et al. 2000	Malaisie	36,4	778	280	
Aiba et al. 2001	Malaisie	49,1	984	295	
Aiba et al. 2002	Malaisie	57,2	1945	207	
Aiba et al. 2003	Malaisie	38,3	510	542	
Aiba et al. 2004	Malaisie	42	1420	213	
Aiba et al. 2005	Malaisie	32,6	1355	108	
Aiba et al. 2006	Malaisie	12,2	917	190	
Lieberman et al, 1996	Costa rica	23,49	475	99,7228571	100
Lieberman et al, 1997	Costa rica	26,35	551	130,122857	300
Lieberman et al, 1998	Costa rica	23,51	425	104,825714	500
Lieberman et al, 1999	Costa rica	30,25	565	135,28	750
Lieberman et al, 2000	Costa rica	27,41	535	97,1171429	1000
Lieberman et al, 2001	Costa rica	23,07	610	53,6342857	1200
Lieberman et al, 2002	Costa rica	26,16	571	64,0028571	1500
Lieberman et al, 2003	Costa rica	28,16	479	82,7314286	1750
Lieberman et al, 2004	Costa rica	28,6	477	83,7628571	2000
Lieberman et al, 2005	Costa rica	41,76	572	139,514286	2300
Lieberman et al, 2006	Costa rica	42,89	654	133,488571	2600
Weaver et Murphy, 1990	Porto rico	40	1570	190	
Weaver et Murphy, 1991	Porto rico	30	1620	174	
Weaver et Murphy, 1992	Porto rico	40	1850	130	
Weaver et Murphy, 1993	Porto rico	55	21900	80	

Annexe 3 : Quelques prises de vue réalisées lors de la collecte des données



a



b



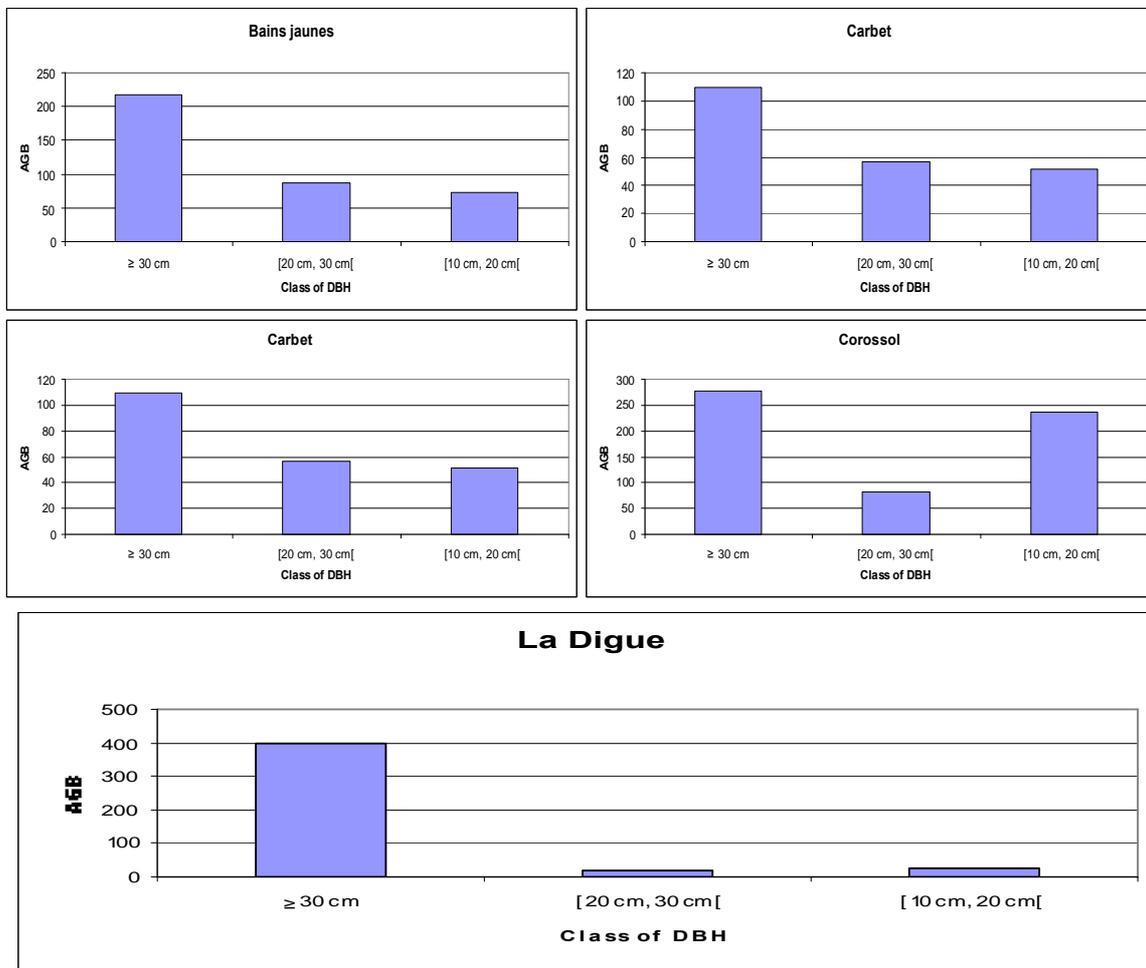
c



d

Annexe 4 :

Evolution de la Biomasse épigée à l'intérieur de chaque parcelle par classe de DBH



Résumé :

Les estimations de la biomasse forestière sont nécessaires pour suivre les variations des stocks de Carbone ainsi que pour d'autres fins. Cette étude a été réalisée sur une période de six mois, du janvier au Juin 2010, dans cinq sites de 1 ha répartis en 25 sous unités de 20m x 20 m chacun. Pour recueillir les données sur le terrain, deux sous unités ont été choisies dans chaque parcelle. 1014 arbres ont été échantillonnés à partir d'un DBH allant de 0.25 cm à 117.77 cm. L'idée principale pour estimer l'AGB dans les parcelles était de trouver une équation allométrique précise afin de trouver la biomasse individuelle des arbres puis on fait le total des AGB individuelles. Plus d'une vingtaine de modèles ont été testés en utilisant soit le DBH seul; soit la hauteur et le DBH ou soit la hauteur, le DBH et la densité (ρ). Le modèle ayant les variables : H, DBH et ρ a été jugé le meilleur prédicteur de la biomasse aérienne à cause du plus fort coefficient de régression ($R^2=0,76$) pour les gros arbres (DHP \geq 10 cm). L'estimation a donné en moyenne pour les cinq parcelles de 350 T/ha du contenu de la biomasse sèche.

Mots clés : Biomasse aérienne ; équation allométrique de la biomasse; diamètre à hauteur de poitrine; les stocks de carbone; la densité du bois ; les forêts primaires.

Abstract:

Estimates of forest biomass are needed to monitor changes in carbon stocks and for other purposes. This study was conducted over a period of six months from January to June 2010 in five sites of 1 ha, divided into 25 sub-units of 20m x 20m each. To collect the field data, two subunits were chosen in each plot. 1014 trees were sampled from a DBH ranging from 0.25 cm to 117.77 cm. The main idea to estimate AGB in plots was to find a specific allometric equation to find the biomass of individual trees, then it makes total AGB individual. More than twenty models were tested using either DBH alone or DBH and height, or is the height, DBH and density (ρ). The model with the variables H, DBH and ρ was considered the best predictor of biomass because of stronger regression coefficient ($R^2 = 0.76$) for large trees (DBH \geq 10 cm). The estimate gave an average for the five plots of 350 T / ha of dry biomass content.

Keywords : Above-ground biomass; Allometric biomass equation; Diameter at breast height; carbon stocks; Wood density; Primary forests.